

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

APLICAÇÃO DO TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) EM
EMPRESAS PORTUGUESAS E ANÁLISE DA SUA EFICÁCIA
ECONÓMICA E SOCIAL

AUTOR: Luis Duarte Costa Eiras

ORIENTADOR: Professor Doutor Alberto Ferreira Pereira

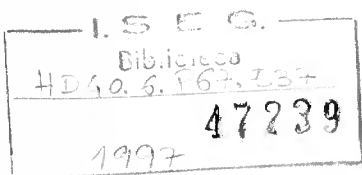
Constituição do Júri:

Presidente: Doutor Alberto Augusto Ferreira Pereira,
professor associado do ISEG da UTL

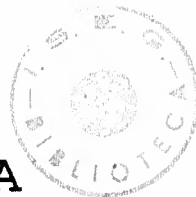
Vogal: Doutor Luís António Nunes Lourenço, professor
auxiliar da UBI

Vogal: Doutor António Maria da Palma Reis, professor
auxiliar do ISEG da UTL

Outubro de 1997



x-96-081711-4



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL

APLICAÇÃO DO TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) EM
EMPRESAS PORTUGUESAS E ANÁLISE DA SUA EFICÁCIA
ECONÓMICA E SOCIAL

AUTOR: Luís Duarte Costa Eiras

ORIENTADOR: Professor Doutor Alberto Ferreira Pereira

Constituição do júri

Presidente: Doutor Alberto Augusto Ferreira Pereira,
professor associado do ISEG da UTL

Vogal: Doutor Luís António Nunes Lourenço, professor
auxiliar da UBI

Vogal: Doutor António Maria da Palma Reis, Professor
auxiliar do ISEG da UTL

Outubro de 1997



RESUMO

A actividade de manutenção, foi ao longo do tempo considerada uma actividade secundária e encarada como um mal necessário.

No entanto, a evolução continuada dos meios técnicos de produção, com elevados ritmos de fabrico e sofisticados meios de controlo, a exigência de uma maior fiabilidade dos equipamentos produtivos, associada a factores de segurança, imperativos legais e condicionalismos de natureza económica, transformaram a actividade de manutenção num dos factores mais importantes para a sucesso das empresas transformadoras. Esta exigência, conduziu à evolução das várias técnicas e formas de gestão que entretanto foram sendo postas ao serviço da manutenção.

Uma das técnicas, o TPM (Total Productive Maintenance), desenvolvida no Japão, no início da década de 70, tem-se imposto, tanto no país de origem, como nos Estados Unidos e Europa, como uma das mais eficazes na maximização da capacidade produtiva das empresas.

O presente trabalho, pretende avaliar a eficácia da aplicação do TPM em empresas transformadoras portuguesas, através da comparação da sua performance, antes e depois da aplicação da técnica.

Palavras chave: empresas transformadoras, manutenção, meios de produção, fiabilidade, TPM (Total Productive Maintenance), capacidade produtiva.

ABSTRACT

The maintenance activity was considered during a certain lapse of time, a low grade job and faced as a necessary devil.

Meanwhile, the technical and production continuous evolution, with high manufacturing outputs and sophisticated control means, or a greater reliability of the production equipment, associated to security factors, legal requirements and economical implications, have changed the maintenance activity as one of the major factors of the process factories.

This requirement led to several technical evaluations and management styles which were used by maintenance services.

One of the technics developed by Japan at beginning of 70's, TPM (Total Productive Maintenance) has been a sound efficiency to increase the production capacity of the factories, not only in the original country, as well in United States of America and Europe.

This presentation intends to evaluate the efficient applicability of TPM within the portuguese process factories, through the comparison of their performance, before and after the introduction of this technic.

Key words: process factories, maintenance, production means, reliability, TPM (Total Productive Maintenance), production capacity.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMO	2
ÍNDICE	4
LISTA DE QUADROS	6
LISTA DE FIGURAS	7
AGRADECIMENTOS	8
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	
2.1 - Introdução	12
2.2 - Evolução Histórica da Manutenção	16
2.3 - Manutenção Correctiva	22
2.4 - Manutenção Preventiva / Sistemática	24
2.5 - Manutenção Predictiva ou condicionada	26
2.6 - Evolução da gestão da manutenção	29
2.6.1 - Terotecnologia	32
2.6.2 - R.C.M. (Reliability Centered Maintenance)	34
2.6.3 - TPM (Total Productive Maintenance)	36
2.7 - Manutenção em Portugal	39
2.8 - A manutenção como factor estratégico de competitividade	45

2.9 - O papel dos Sistemas de Informação / Tecnologias de Informação, na Gestão da Manutenção	69
2.10- A Manutenção como factor decisivo para a melhoria da qualidade dos produtos	75
2.11- A implementação do TPM como factor de mudança organizacional	84
CAPÍTULO 3 - OBJECTIVOS E METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO	
3.1 - Objectivos da Investigação	92
3.2 - Metodologia	93
3.3 - Caracterização da amostra	96
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS	
4.1 - Hipótese 1	98
4.2 - Hipótese 2	104
4.3 - Hipótese 3	107
4.4 - Hipótese 4	109
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	111
BIBLIOGRAFIA	115
ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO	123
ANEXO 2 - RESULTADOS DO INQUÉRITO	129

LISTA DE QUADROS

1 - Evolução das técnicas desenvolvidas no sentido de aumentar a fiabilidade, manutenção e segurança	20
2 - Evolução das expectativas e técnicas de manutenção	21
3 - Comparação entre a forma de encarar a manutenção pelos japoneses e ocidentais	64
4 - Relação entre input e output das actividades produtivas	68
5 - Alguns exemplos de defeitos	77
6 - Novas formas de organização	87
7 - Empresas onde foi implementado o TPM	94
8 - Empresas que responderam ao inquérito	97
9 - Média e desvio padrão dos factores que influenciam a capacidade produtiva das empresas	99
10 - Tempo gasto em actividades de manutenção	104

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
1 - As diferentes formas de manutenção	18
2 - Evolução das técnicas de manutenção	19
3 - Manutenção Correctiva	23
4 - Manutenção Preventiva	25
5 - Manutenção Condicionada	28
6 - Operadores envolvidos no processo	31
7 - Terotecnologia	33
8 - TPM "Produção / Manutenção"	37
9 - A cadeia de valor genérica	48
10 - Histograma do custo do ciclo de vida	58
11 - Custos Totais de Manutenção	59
12 - Equilíbrio custo de manutenção / / disponibilidade dos equipamentos	60
13 - Origens da não qualidade	78
14 - Os "5 M" da qualidade nos trabalhos de manutenção	81
15 - O Círculo de Shewhart	83
16 - Organigrama de estrutura clássica de um serviço de manutenção	88
17 - Estrutura moderna de um serviço de manutenção	89
18 - Perdas de produção antes e depois do TPM.....	103
19 - Actividades de manutenção antes e depois..... do T P M	106
20 - Evolução do nível de absentismo	108
21 - Empenhamento do pessoal de manutenção	108
22 - Organização da função manutenção	110

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar os meus agradecimentos ao Professor Doutor Alberto Ferreira Pereira, orientador desta dissertação, pelo seu apoio, estímulo e sugestões presentes desde os primeiros momentos.

Às pessoas ou entidades que me facultaram elementos para a realização deste trabalho, nomeadamente ao Eng. Inácio Moreira, Eng. Enes Bravo e Associação Portuguesa de Manutenção Industrial.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A capacidade produtiva, bem como os custos de produção nas empresas transformadoras são grandemente afectadas pela disponibilidade e eficiência dos seus equipamentos produtivos.

A não obtenção da capacidade máxima dos equipamentos produtivos é motivada essencialmente pelos seguintes factores:

- Indisponibilidade dos equipamentos;
- Ineficiência dos equipamentos;
- Falta de qualidade dos produtos processados.

A indisponibilidade dos equipamentos é devida a operações de "set up", ajustamentos, avarias esporádicas ou crónicas.

A ineficiência dos equipamentos é devida a bloqueios nas linhas de produção, falta de peças ou matérias primas, falta de operador e outras.

Finalmente, a falta de qualidade dos produtos processados também se traduz numa perda de produção, dado que os produtos não conformes terão que ser rejeitados ou reprocessados.

No início da década de 70, surge no Japão a técnica TPM (Total Productive Maintenance) que é uma abordagem flexível da manutenção onde se faz uso de um variado leque de conceitos e tecnologias de manutenção.

O objectivo desta investigação é avaliar em que medida é que a aplicação do TPM em empresas transformadoras portuguesas veio afectar o seu desempenho no que diz respeito a produtividade dos equipamentos, qualidade de bens produzidos, custos de manutenção e motivação dos empregados.

Os parâmetros que vão ser medidos antes e depois da implementação do TPM são os seguintes:

- Perdas de produção por ineficiência do processo produtivo;
- Nível de intervenção da actividade de manutenção;
- Empenhamento do pessoal da produção na actividade de manutenção;
- Suporte técnico da actividade de manutenção.

As perdas de produção por ineficiência do processo produtivo têm normalmente como causa as paragens devido a mudanças de fabrico e ajustamentos, avarias, manutenção preventiva, desgaste do equipamento e produção defeituosa.

O nível de intervenção da actividade de manutenção pode ser avaliado através do volume de horas homem consumidas anualmente nas diversas rubricas da manutenção.

A satisfação e empenhamento dos empregados reflecte-se enormemente na capacidade produtiva da empresa e o seu nível pode ser medido através do absentismo, nível de participação, disponibilidade e polivalência. Uma boa organização de suporte da actividade de manutenção, poderá garantir a eficiência das intervenções das equipas de manutenção.

O nível de organização poderá ser avaliado através da existência, ou não, de uma série de procedimentos que vão desde o registo histórico de intervenções até ao plano de investimento para o sector, passando pelo controlo de qualidade da actividade.

Este trabalho está organizado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo efectua-se a introdução ao tema que vai ser estudado.

No segundo capítulo é efectuada a revisão da literatura sobre a actividade de manutenção, dando ênfase ao desenvolvimento do TPM e relacionando-o com a competitividade, sistemas de informação / tecnologias de informação, qualidade e mudança organizacional.

O capítulo terceiro apresentará a metodologia utilizada para a obtenção dos dados relativos à eficácia da aplicação do TPM em empresas transformadoras portuguesas.

No capítulo quarto serão apresentados os resultados de acordo com as respostas aos questionários enviados às empresas.

Finalmente no capítulo quinto, serão apresentadas as conclusões.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA



2.1 - INTRODUÇÃO

No presente capítulo será efectuada a revisão da literatura sobre a temática da manutenção.

Após uma breve resenha histórica sobre o desenvolvimento da actividade de manutenção ao longo do tempo, iremos centrar a nossa atenção sobre o TPM e a sua adopção pelas empresas, como factor estratégico de competitividade, o seu papel como veículo de evolução tecnológica na indústria e contribuição para a melhoria da qualidade dos produtos.

Referir-se-ão ainda, a importância dos Sistemas de Informação / Tecnologias de Informação, bem como o impacto do TPM na empresa como factor de mudança organizacional.

Segundo Sacristan [1992], o campo de acção das actividades de um serviço de manutenção varia em cada indústria e depende da sua dimensão, área de actividade e política. Em geral as suas funções dividem-se em dois grupos.

1. Funções primárias, que são as que justificam propriamente o serviço de manutenção entre os quais podemos citar:

- a) A manutenção dos equipamentos e instalações, incluindo os edifícios;
- b) Os trabalhos de modificação de equipamentos e instalações;
- c) Fornecimento de energia e fluidos;
- d) Instalação de novas máquinas e equipamentos;
- e) Controlo de custos de manutenção.

2. Funções secundárias, que são adquiridas devido aos precedentes, oportunidade, ou quando não existe na empresa outro serviço a que se possa entregar essas responsabilidades

- a) Serviços de vigilância;
- b) Protecção contra incêndios;
- c) Controlo e evacuação de detritos e desperdícios.

Pinto [1994], defende que a manutenção não tem necessariamente que possuir uma estrutura vasta e complexa, sendo antes importante que cubra as funções essenciais que lhe estão acometidas, onde a sua organização é determinada pelos seguintes factores:

- a) Tipo, quantidade, mobilidade e tecnologia dos equipamentos a manter;
- b) Regime de operação da empresa (produção contínua, por lotes ou individual, número de turnos, número de dias semanais de laboração);
- c) Dispersão dos equipamentos e instalações (concentrados num edifício, dispersos por vários edifícios próximos, dispersos por edifícios geograficamente afastados);
- d) Dimensão da empresa;
- e) Número e qualificação do pessoal de produção;
- f) Âmbito dos serviços acometidos ao departamento ou sector de manutenção.

Qualquer que seja o campo de acção ou a estrutura do sector de manutenção de uma empresa, os objectivos a atingir pela função manutenção resultam directamente dos objectivos globais de cada empresa.

Darnés [1996], refere que para a obtenção do objectivo global assinalado como missão da empresa, devem tomar parte e actuar uma série de factores que determinam o nível real em que se situa a empresa, de entre esses factores, participa de forma destacada a Manutenção.

Das várias técnicas de gestão da manutenção, Olesen e Vedel [1996], destacam o TPM como a mais importante devido à sua filosofia de "procura contínua de melhoria", pelo ênfase que coloca na importância das pessoas e ainda, pelo facto de colocar a gestão da produção e da manutenção a trabalhar conjuntamente.

Em essência, o TPM procura formar a organização no sentido de que esta liberte o seu próprio potencial.

O TPM preocupa-se fundamentalmente com o repensar do processo produtivo para adquirir melhorias em custos, qualidade, velocidade, etc., ao mesmo tempo que encoraja mudanças radicais em áreas como a estrutura, preconizando uma forma de organização horizontal, com poucos gestores e formação de equipas com capacidade de decisão, nas formas de trabalho, criando equipas multidisciplinares, definindo tarefas a executar e efectuando uma reavaliação rigorosa do modo como essas tarefas são executadas, objectivando a sua simplificação.

Estas mudanças são enraizadas na cultura da empresa e sustentadas pela avaliação das melhorias alcançadas através de medidas apropriadas.

De acordo com Nakagima [1982], Hartman [1992] e Willmot [1995], o TPM aponta para a redução das 6 grandes perdas características dos processos produtivos das empresas transformadoras ou de processo:

Disponibilidade;

1. Falhas nos equipamentos.
2. Operações do "set-up" e ajustamentos.

Eficiência do desempenho;

3. Pequenas paragens.
4. Reduções de velocidade.

Taxa de qualidade dos produtos;

5. Defeitos de produção.
6. Reprocessamento de produtos deficientes.

2.2 - EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA MANUTENÇÃO

Embora só no nosso século se tenha verificado alguma evolução significativa da actividade manutenção, de acordo com File [1991] e Pinto [1994], o termo manutenção, na sua versão inglesa, é registado pelos dicionários desde o século XVI com o significado de "acto de manter reparado".

A manutenção começou a ter importância na segunda década do nosso século aquando da implantação de sistemas de produção em massa e fabrico em cadeia.

A atenção da actividade da manutenção, nesta primeira fase, centrava-se na preocupação de recuperar o investimento efectuado em bens de equipamento através da reposição da sua operacionalidade, a filosofia era a do "Break down maintenance", ou seja, a operacionalidade do equipamento era reposta após cada interrupção da produção por avaria.

Este tipo de manutenção, também chamado de manutenção correctiva, é aleatório, é passivo, elementar e bastante oneroso.

Nesta fase, os protagonistas deste tipo de acções eram fundamentalmente os operadores dos equipamentos que actuavam de um modo improvisado, remediando ou resolvendo o efeito, sem contudo eliminar a causa da avaria.

Com o eclodir da 2ª Guerra Mundial, o desenvolvimento industrial, associado ao esforço de guerra das nações beligerantes, bem como a recuperação económica que se lhe seguiu, impuseram aos aparelhos produtivos, ritmos de

produção incompatíveis com os elevados tempos de paragem para a reparação de avarias.

Nesta fase, a manutenção industrial deixou de ser uma função acometida ao operador que tinha o dever de reparar a avaria quando ela surgisse, passando a ter uma outra dimensão.

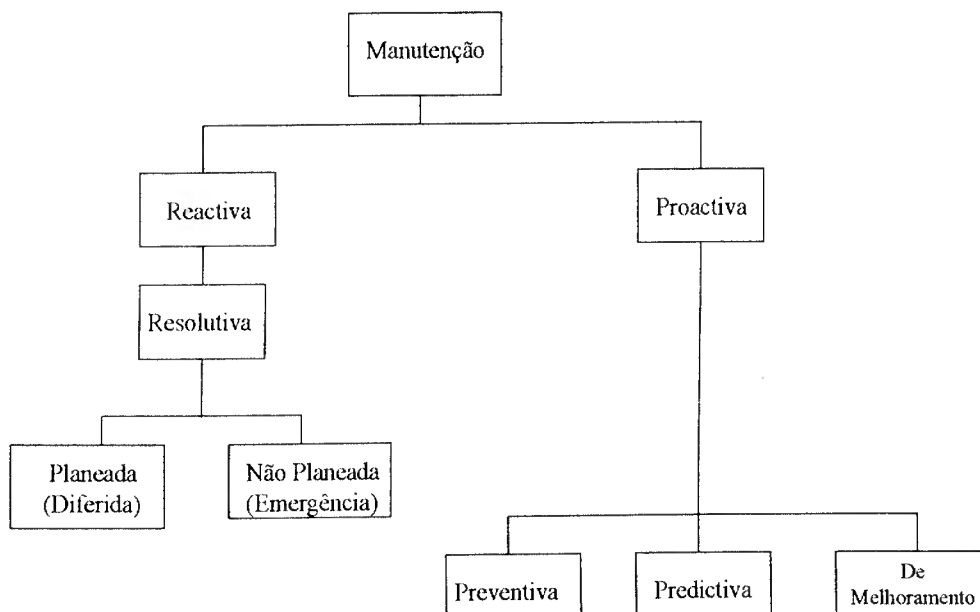
Começaram a criar-se equipas específicas de manutenção dentro das empresas com o objectivo de assegurar o bom estado de funcionamento dos equipamentos produtivos.

A actividade de manutenção, de tarefa secundária reputada de dispendiosa, alvo de reduções em tempo de crise, ou em situação económica difícil, passou, devido ao custo das suas intervenções a ser considerada factor determinante na economia das empresas, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade, a livre concorrência e o aumento de produção por empregado, Leite [1996], Willmot [1994], Kelly [1989].

Passou-se de uma forma de manutenção de tipo reactivo, onde as intervenções nos equipamentos ocorriam para solucionar uma avaria, para uma forma de manutenção proactiva, Fitch [1992], Pinto [1994], onde as intervenções nos equipamentos têm lugar de acordo com um plano pré-estabelecido que contempla tarefas a executar com uma determinada periodicidade, cujo objectivo é o de prevenir o aparecimento da avaria.

Na figura 1 poderemos sintetizar de um modo simplificado as diferentes formas de manutenção.

Figura 1 - As diferentes formas de manutenção



Fonte: Pinto [1994]

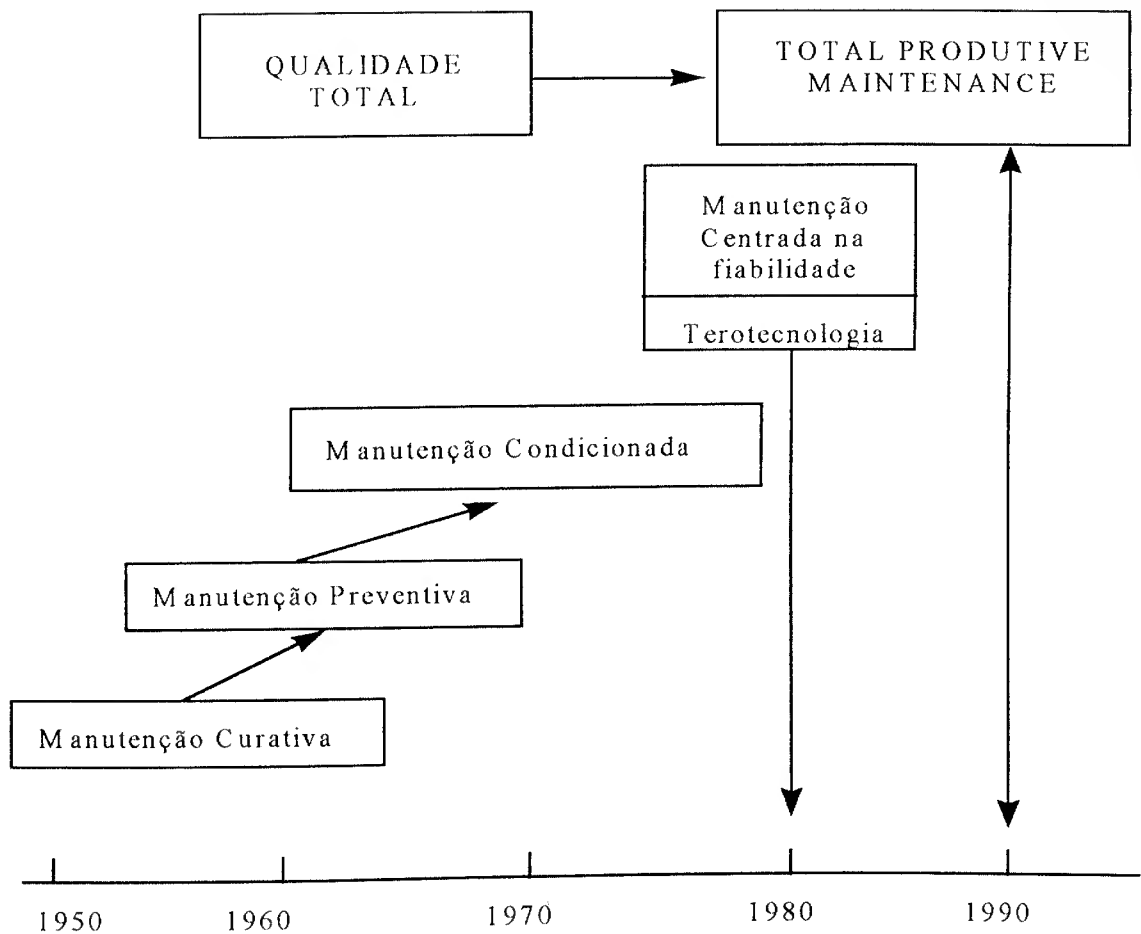
A evolução continuada dos meios de produção, com elevados ritmos de fabrico e sofisticados meios de controlo levaram à necessidade de uma maior eficiência produtiva, fazendo evoluir também as várias técnicas que entretanto foram sendo colocadas ao serviço da manutenção.

A figura 2, refere em linhas gerais a evolução das técnicas de manutenção ao longo do tempo.

Esta evolução foi possível devido ao crescente interesse que grandes indústrias, bem como organizações governamentais têm demonstrado na melhoria da fiabilidade, disponibilidade, manutenção e segurança dos equipamentos. Van Rijn e Sholten [1996], estabeleceram uma evolução cronológica, apresentada no quadro 1, onde os avanços tecnológicos são associados a

diferentes técnicas utilizadas para resolver problemas específicos.

Figura 2 - Evolução das Técnicas de Manutenção



Fonte: Willmot [1994]

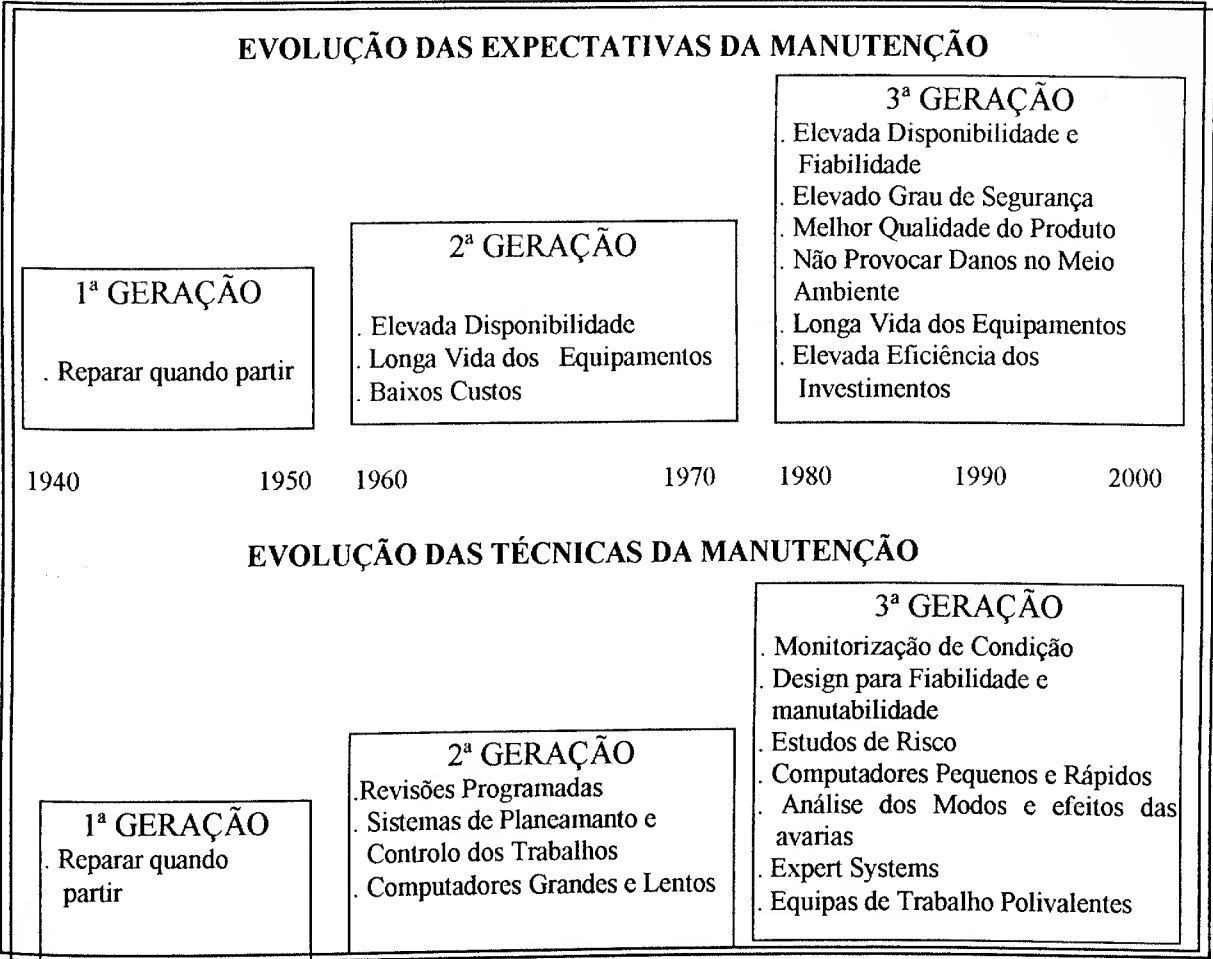
Leite [1996], no seu estudo sobre a evolução da função manutenção, refere que esta, pressionada por factores tecnológicos, condições económicas e exigências humanas, tem acompanhado dinamicamente as estratégias de gestão, adaptando a sua estrutura e forma de actuação às exigências dos novos processos de fabrico, e evolução tecnológica e social. O quadro 2, ilustra essa evolução.

Quadro 1 - Evolução das técnicas desenvolvidas no sentido de aumentar a fiabilidade, manutenção e segurança.

ERA	ORIGEM	OBJECTIVO	TÉCNICAS	IMPULSIONADORES
40's	2ª Guerra Mundial .Alem.	Resolver problemas fiabilidade dos VI	Conceito dos elos fracos	Lusser
	USA	Fiabilidade de mísseis e melhorar o design	Controlo Qualidade Testes por amostragem	Deming
50's	USA (Guerra da Coreia)	Melhorar a disponibilidade e reduzir custos de manutenção.	AGREE Report	Dept. da Defesa
	Sistema de armas nucleares	Perceber e corr. erros humanos	Compilação	Laboratórios Sandia
60's	Aviação Com. USA (Boeing 747)	Desenvolvimento de programas de aval. de manutenção	Diagramas técnicos	United Airlines Nowlan
	USA - Progr.de mísseis Mercury, Gemini	Procura de sucesso	Testes de componentes Diagramas de fiab.	Watson, Hanst
70's	Reino Unido Ministério da Tecnologia	Gestão financeira e técnicas de bens físicos	Terotecnologia	
	Indústria Nuclear Americana	Taxa de quantificação do risco	Análise da árvore de falha	Rasmussen
	Europa	Riscos industriais	Estudo do risco, HAZOP, QRA, modelação	Alemanha, Ministério do Ambiente
80's	USA - Indústria química Americ.	Segurança Industrial	Standartização	OSHA
	Ministério da defesa Americana	Análise custo benefício da fiabil. da manut.	R&M 2000	
	JAPÃO	Disponibilidade dos sistemas	TPM (Total Productive Maint.) Círculos Qualidade	JPIPE, Nakagima
90's	USA	Segurança operac. e regulação da manutenção	Acesso à inf. a todos os interven. no processo prod.	NUREG
	JAPÃO	Suporte quantit. Do TPM	Equipam./ processo e modelação	COMISSÃO EUROPEIA
	EUROPA	Manut.e Responsabilidade das indústrias	RCM/TPM	Grandes consultores industriais

Fonte: Van Rijn e Scholten [1996]

Quadro 2 - Evolução das expectativas e técnicas de Manutenção



Fonte: Moursbray [1995]

2.3 - MANUTENÇÃO CORRECTIVA

A manutenção correctiva, é a forma de manutenção que se caracteriza pela intervenção dos serviços de manutenção apenas após a ocorrência de uma avaria.

Esta forma de manutenção que como já foi referido anteriormente, era a única utilizada até ao início da industrialização, pode em alguns casos ser ainda a forma mais adequada de actuar, caso o custo total da avaria (custo da intervenção mais o custo da perda de produção), seja inferior ao custo da perda que se obteria utilizando qualquer outra forma de manutenção e daquela não resulte qualquer dano para a empresa, pessoas ou meio ambiente.

A manutenção correctiva, é obviamente a única solução quando da ocorrência de avarias para as quais não há meios para as prevenir, como é o caso de equipamentos electrónicos.

A manutenção correctiva, tem o inconveniente de exigir uma apreciável quantidade de stocks de peças de reserva, obriga ao recurso frequente a trabalho extraordinário e não permite o planeamento da imobilização dos equipamentos produtivos.

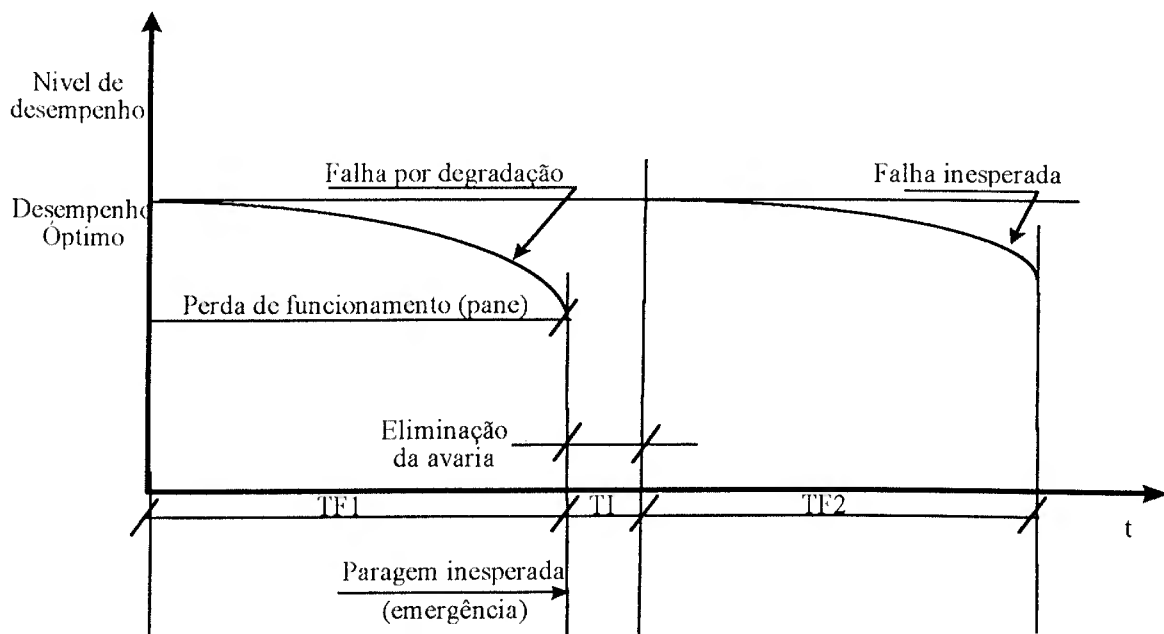
A minimização dos inconvenientes causados pela ocorrência de avarias não esperadas, obriga as empresas a dispor de bons meios de comunicação, equipas de intervenção bem treinadas e um bom apoio técnico e logístico.

Uma vantagem deste tipo de manutenção, é eliminar o risco de introdução de avarias que sempre existe, quando se intervenciona um equipamentos que está operacional.

A figura 3, é elucidativa do modo de ocorrência de avarias num equipamento, ao longo do tempo, e a respectiva intervenção correctiva.

O equipamento inicia a laboração e a sua condição de funcionamento vai-se degradando progressivamente até à ocorrência da avaria, com a consequente intervenção da manutenção, para repor novamente o nível de desempenho pretendido. Este ciclo repete-se continuamente ao longo da sua vida útil, sendo $TF1$, $TF2$, ... TFn , função da frequência do aparecimento de avarias, ao mesmo tempo que TI é função da gravidade das mesmas.

Figura 3 - Manutenção Correctiva



$TF1$ - Tempo que decorre até à primeira avaria

TI - Tempo de intervenção

$TF2$ - Tempo que decorre desde a reposição da condição óptima até à falha 2.

Fonte: Monchy [1987]

2.4 - MANUTENÇÃO PREVENTIVA / SISTEMÁTICA

De acordo com Steinko [1996], a manutenção preventiva - sistemática aplicou-se pela primeira vez nos Estados Unidos da América, em finais do Sec. XIX, para avaliar os processos de desgaste dos eixos das locomotivas, cuja avaria se dava antes do fim do período de funcionamento previsto pelos fabricantes. É no entanto, após a 2ª Guerra Mundial, que a necessidade de elevados padrões de desempenho dos bens de produção levou os técnicos a adoptar sistemas de manutenção que permitissem a intervenção nos equipamentos em tempos mortos de produção.

Este tipo de manutenção que em muitos casos ainda hoje se utiliza, tem por objectivo reduzir ao mínimo as paragens por avaria, substituindo periodicamente os componentes cujo tempo de funcionamento pressuponha um determinado desgaste tendente a originar uma falha, caso se mantenha em serviço.

Com a manutenção preventiva, surgiu inevitavelmente a necessidade de organizar os serviços de manutenção das empresas, no sentido de otimizar os seus custos e melhorar a qualidade das intervenções.

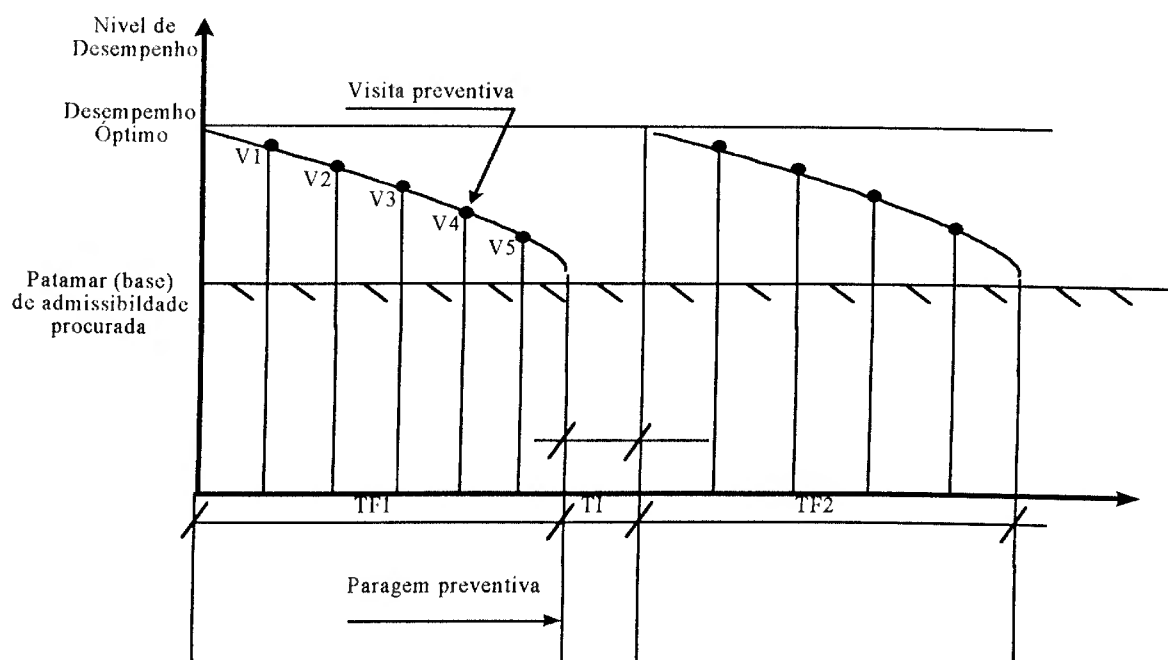
Surgiram assim, os departamentos ou serviços de manutenção dotados de autonomia e com funções que, dependendo da dimensão da empresa poderão de acordo com Pinto [1994], englobar as seguintes áreas:

1. Gerir o pessoal afecto à manutenção;
2. Aprovisionar e armazenar sobressalentes;
3. Executar o planeamento e controlo de intervenções;
4. Executar preparação de trabalho;

5. Efectuar estudos e projectos;
6. Gerir subcontratos;
7. Controlar financeiramente a actividade da manutenção.

A figura 4, ilustra a forma característica das intervenções de manutenção preventiva. Este tipo de manutenção é programada no tempo, sendo $TF1$, $TF2$, ... TFn , intervalos de tempo iguais. O tempo de intervenção TI , é perfeitamente definido em função das operações a efectuar e programadas com antecedência.

Figura 4 - Manutenção Preventiva



$TF1$ - Tempo que decorre até à primeira avaria

TI - Tempo de intervenção

$TF2$ - Tempo que decorre desde a reposição da condição óptima até à falha 2.

Fonte: Monchy [1987]

2.5 - MANUTENÇÃO PREDICTIVA OU CONDICIONADA

A manutenção predictiva ou condicionada, surgiu a partir do início dos anos 70 como uma forma de aperfeiçoamento da manutenção preventiva sistemática.

A manutenção predictiva ou condicionada, de acordo com Ruiz [1996], Tresserra [1996], Nagao e Sales [1996], surgiu como consequência do desenvolvimento da electrónica e instrumentação, o que veio permitir o uso de tecnologias como os ultra-sons, a termografia, a análise de óleos, a vibrometria e outras. Estas tecnologias aplicadas aos equipamentos produtivos, ou aos seus componentes, permitem a obtenção de dados sobre o seu estado de funcionamento. Dados esses que irão condicionar as intervenções de manutenção, no sentido de que estas tenham lugar apenas quando estiver eminente uma falha, salvaguardando obviamente o intervalo de segurança necessário à programação e execução dos trabalhos de manutenção.

Concretamente, a manutenção condicionada baseia-se na recolha sistemática de um conjunto de parâmetros, e na análise da sua variação, ao longo da vida útil de um determinado equipamento. Essa variação, deve traduzir, naturalmente, as alterações funcionais do equipamento, (tendência para a ocorrência de uma avaria). Se na realidade tal facto se verificar, chega-se à conclusão antecipada, através das várias técnicas de diagnóstico referidas, da necessidade de se efectuar a intervenção conducente à reposição das condições normais de funcionamento do equipamento em causa.

Fitch [1992], refere que a manutenção predictiva ou condicionada, oferece um grande número de vantagens ao permitir a previsão da ocorrência de falha, sendo possível reparar os equipamentos antes da degradação do seu nível de desempenho.

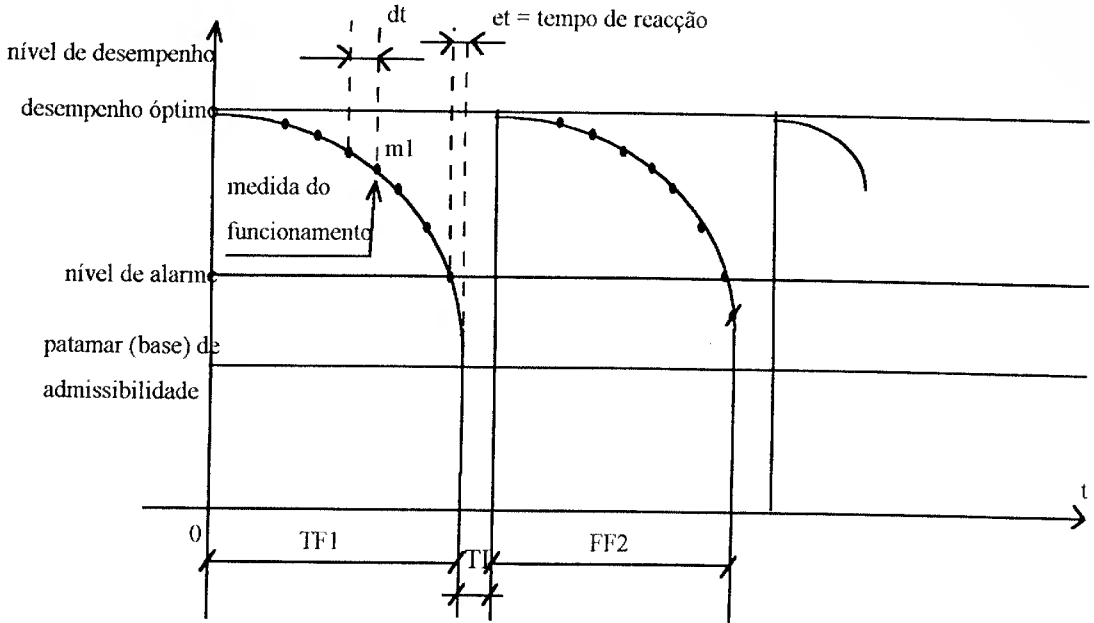
Algumas das vantagens enumeradas são:

- Evitar falhas em cadeia;
- Evitar falhas catastróficas que implicam elevados tempos de paragem;
- Aumentar a disponibilidade dos equipamentos para produção;
- Estabelecer prioridades da reparação em função do estado dos equipamentos;
- Reduzir custos de produção e manutenção;
- Aumentar a qualidade do produto, a segurança das fábricas e o controlo do ambiente;
- Baixar os custos dos produtos.

A manutenção predictiva ou condicionada não altera o ciclo das falhas ou tempo médio entre elas, nem tão pouco assenta em métodos probabilísticos para fazer prognósticos de falha, usa apenas as tendências dos parâmetros medidos para prever uma potencial falha.

Na figura 5, podemos observar a degradação do nível de desempenho de um equipamento e a intervenção antes da ocorrência de falha.

Figura 5 - Manutenção Condicionada



TF1 - Tempo que decorre até à primeira avaria

TI - Tempo de intervenção

TF2 - Tempo que decorre desde a reposição da condição ótima até à falha 2.

dt - Intervalo de tempo entre recolha de parâmetros.

et - Tempo de reacção.

$m1$ - Medida do funcionamento.

Fonte: Monchy [1987]

2.6 - EVOLUÇÃO DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO



Apesar da importância da boa condição de funcionamento dos bens de produção para a eficácia produtiva das empresas, em termos de Gestão e tal como é referido por Pintelom e Wassenhove [1990], Ruís [1996], a manutenção tem sido largamente negligenciada em favor do desenvolvimento de outros sectores da empresa tais como: o marketing; produção; vendas; aprovisionamentos; etc...

No entanto, os elevados custos dos equipamentos, os seus períodos de amortização cada vez mais curtos, bem como a necessidade de técnicos melhor qualificados para executar as operações de manutenção, levaram a que os gestores passassem a dedicar uma maior atenção à função manutenção dos bens afectos à produção.

Associado à necessidade de manter os bens de equipamento em boas condições de funcionamento, existem outros factores que têm um enorme impacto nos resultados da empresa, seja qual for a área em que esta opere, Downson [1996]. Para além da preocupação dos accionistas, a quem interessa um máximo retorno do capital investido, existem outros grupos cujos interesses terão que ser salvaguardados, no sentido de não serem afectados por uma má ou inexistente política de manutenção dos equipamentos.

A figura 6, é significativamente elucidativa dos interesses em jogo, interesses que têm contribuído para uma modificação do modo como os gestores de topo têm encarado a actividade de manutenção.

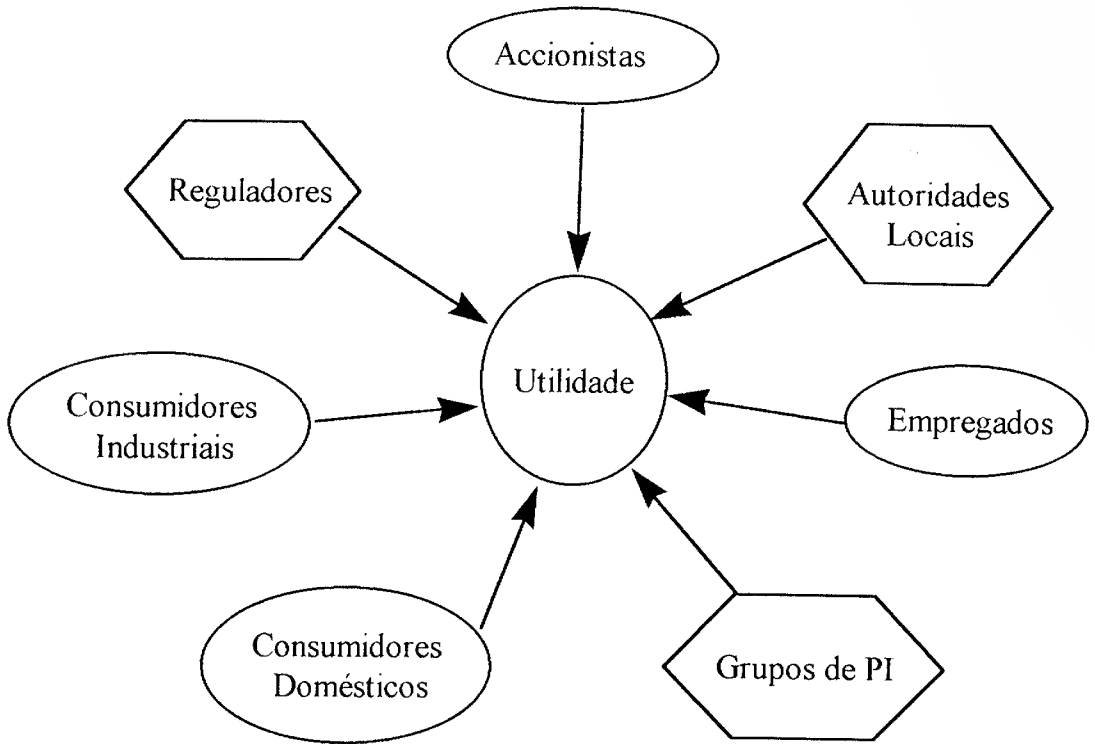
Até alguns anos atrás, apenas os grupos directamente envolvidos no processo produtivo influenciavam os gestores, actualmente e sobretudo no futuro, há que contar com o impacto de outras influências externas.

Como já foi referido anteriormente, a actividade de manutenção, que nasceu com a necessidade de o homem repor em funcionamento os utensílios que lhe custaram investimento em trabalho e materiais, passou ao longo do tempo por diversas fases, deixando de acordo com Olesen e Vedel [1996], de ser tradicionalmente vista como um mal necessário, cujos custos deveriam ser minimizados, para uma situação em que os sectores produtivos e os sectores de manutenção trabalham em conjunto, com objectivo de melhorar os resultados globais das empresas.

Aliado ao objectivo de alcançar bons resultados finais, tem surgido também a necessidade de melhorar métodos e processos de trabalho que permitam à manutenção acompanhar e participar na evolução tecnológica dos equipamentos produtivos.

De acordo com Rijn e Sholten [1996], tem havido por parte das grandes indústrias, bem como de sectores oficiais de alguns governos, um crescente interesse em vários sectores produtivos, nomeadamente na área de manutenção, onde se tem notado alguma evolução, mercê da introdução de novas técnicas cuja eficiência levou, em certos casos, a significativas reduções de custos de manutenção, aliado a um aumento da disponibilidade dos equipamentos e uma melhor segurança.

Figura 6 - Operadores envolvidos no processo - Accionistas e influências externas



Fonte: Dowson, [1996]

Surgiram assim, as modernas filosofias de manutenção tais como: Terotecnologia; RCM (Reliability Centered Maintenance) e o TPM (Total Productive Maintenance), que utilizando vias tecnológicas diferentes, têm por objectivo comum a obtenção de custos do ciclo de vida dos equipamentos cada vez mais otimizados.

2.6.1 Terotecnologia

Van Rijn e Scholten [1996], referem que após investigação efectuada pelo Ministério da Tecnologia do Reino Unido se concluiu que os custos directos da manutenção de bens de produção se cifraram, no ano 1968, em 1,1 biliões de libras.

Acreditava-se que 40 % poderia ser recuperado, mercê de um maior empenhamento das organizações, ao mesmo tempo que se poderiam recuperar trezentos milhões de libras devido a diminuição de perdas de produção.

Criou-se então uma comissão multidisciplinar encarregada de dinamizar uma nova abordagem da manutenção.

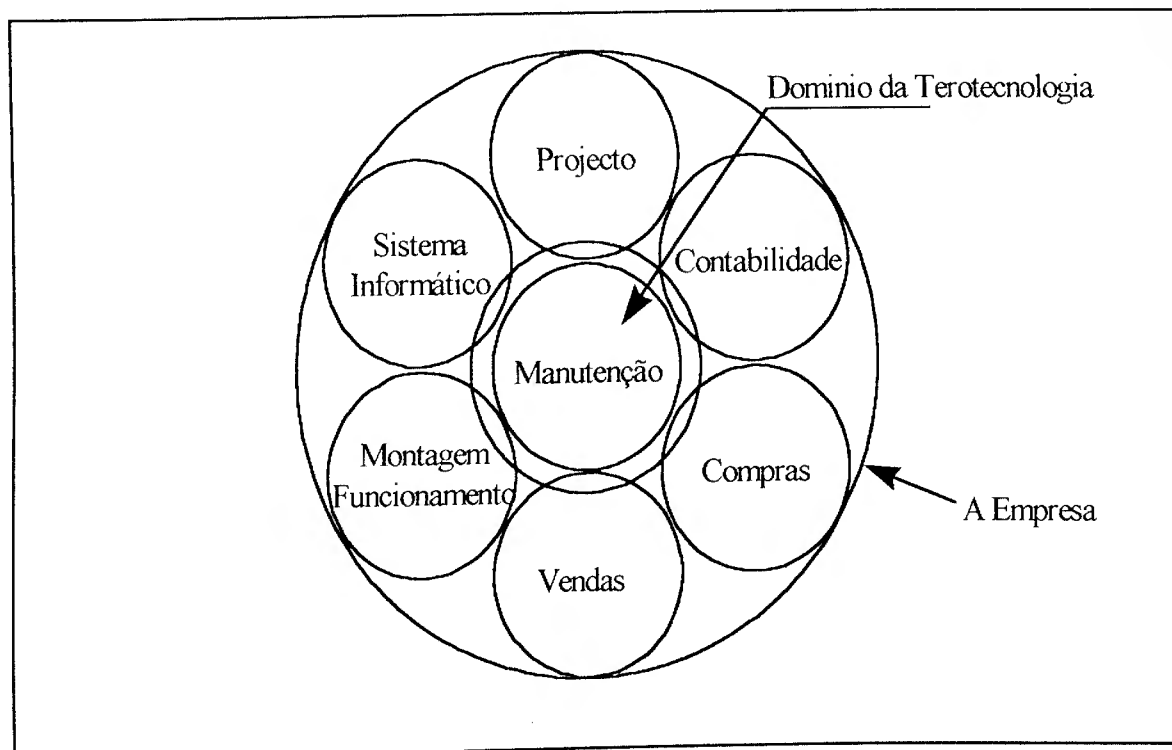
Nasceu assim, no Reino Unido, no início dos anos 70, a Terotecnologia, "alternativa técnica capaz de combinar meios financeiros, estudos de viabilidade, avaliações económicas, análise de valor, técnicas e métodos de gestão de modo a obter ciclos de vida dos equipamentos cada vez mais económicos, em que a manutenção é o coração do sistema e garante a interligação entre as diversas funções de produção" Leite [1996].

A terotecnologia, não é mais que uma forma optimizada de gestão da manutenção que define o que deve ser sujeito a manutenção, como deve ser efectuada essa manutenção, quando deve ser feita e qual o modo de a tornar mais económica.

Tudo isto, é efectuado de uma forma integrada e fazendo uso de outros recursos já disponíveis na empresa, conduzindo a uma optimização da actividade de manutenção.

A figura 7, representa o domínio da terotecnologia onde a função manutenção é apresentada como um núcleo com ligações a todas as outras funções da empresa.

Figura 7 - Terotecnologia



Fonte: Van Rijn e Scholten [1996]

2.6.2 RCM - Reliability Centered Maintenance

Timmerman [1995], defende que o RCM é uma filosofia de manutenção que procura aumentar a produtividade das operações, assim como otimizar a disponibilidade operacional das instalações.

O RCM assenta em dois princípios:

1º Analisa os modos de falha, os seus efeitos e fomenta a análise crítica, é um método indutivo e qualitativo que permite a inspecção dos componentes de uma instalação ou um sistema, definindo os modos reais de falha, a causa da falha, consequências na produção e meios a utilizar para evitar ou limitar as suas consequências, tendo em conta a frequência das falhas, a sua importância e a probabilidade de não serem detectadas;

2º Utiliza como meio o processo invertido, ou processo contínuo de melhoria, que consiste na identificação das causas de cada falha, assegurando que a actuação da manutenção incida não nos sintomas mas sim nas suas causas;

Neste processo, ferramentas simplificadas são combinadas progressivamente para obter pequenas melhorias introduzidas por cada pessoa no interior da organização.

Devido a este processo, conseguem-se resultados significativos a longo prazo através da eliminação de "desgaste" sem grandes custos, ideias originais e criativas de todos os empregados são propostas continuamente através da criação de equipas multidisciplinares e pluridisciplinares.

O RCM foi originalmente desenvolvido para ser especificamente aplicado em tarefas de manutenção preventiva, objectivando um controlo optimizado dos modos de falha de importantes componentes de sistemas na indústria aeronáutica. Trata-se de uma análise sistémica para determinação das necessidades de manutenção para aqueles componentes do equipamento que tomam parte na sua função, e que têm a ver com a disponibilidade operacional requerida, o contexto operacional, a garantia de qualidade das operações e a ausência de perigo no que diz respeito à segurança ou integridade ambiental.

O RCM - técnica, consiste nos seguintes passos estratégicos:

- Classificação dos item's da instalação que requerem estudo intensivo;
- A análise das funções do equipamento de modo que todas as funções devem ser claramente percebidas, bem como a definição correcta de todos os componentes envolvidos. Uma vez efectuada a análise funcional, é definida a estratégia de manutenção visando compreender as causas de falha e actuar no sentido de as eliminar;
- Para cada função, a identificação dos modos e causas da falha utilizando a técnica FMECA "(Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)";
- Avaliação das consequências da falha, incluindo a análise do risco e estudo estatístico.

2.6.3 TPM (Total Productive Maintenance)

Enquanto na Europa se desenvolve a gestão da manutenção com base na Terotecnologia, surge no Japão, desenvolvido por Nakagima, o TPM (Total Productive Maintenance), técnica que envolve na manutenção dos equipamentos não apenas o pessoal afecto à manutenção, mas todos os sectores da empresa, dando ênfase ao desempenho pelos operadores de grande parte das actividades da manutenção.

Dan [1996], defende que a passagem da responsabilidade de parte dos trabalhos de manutenção para a esfera da produção faz com que as pessoas se sintam responsáveis pelos equipamentos e estejam mais atentas aos sinais de erro ou provável avaria, contribuindo assim para a detecção de falhas e sua reparação antes de surgir uma avaria.

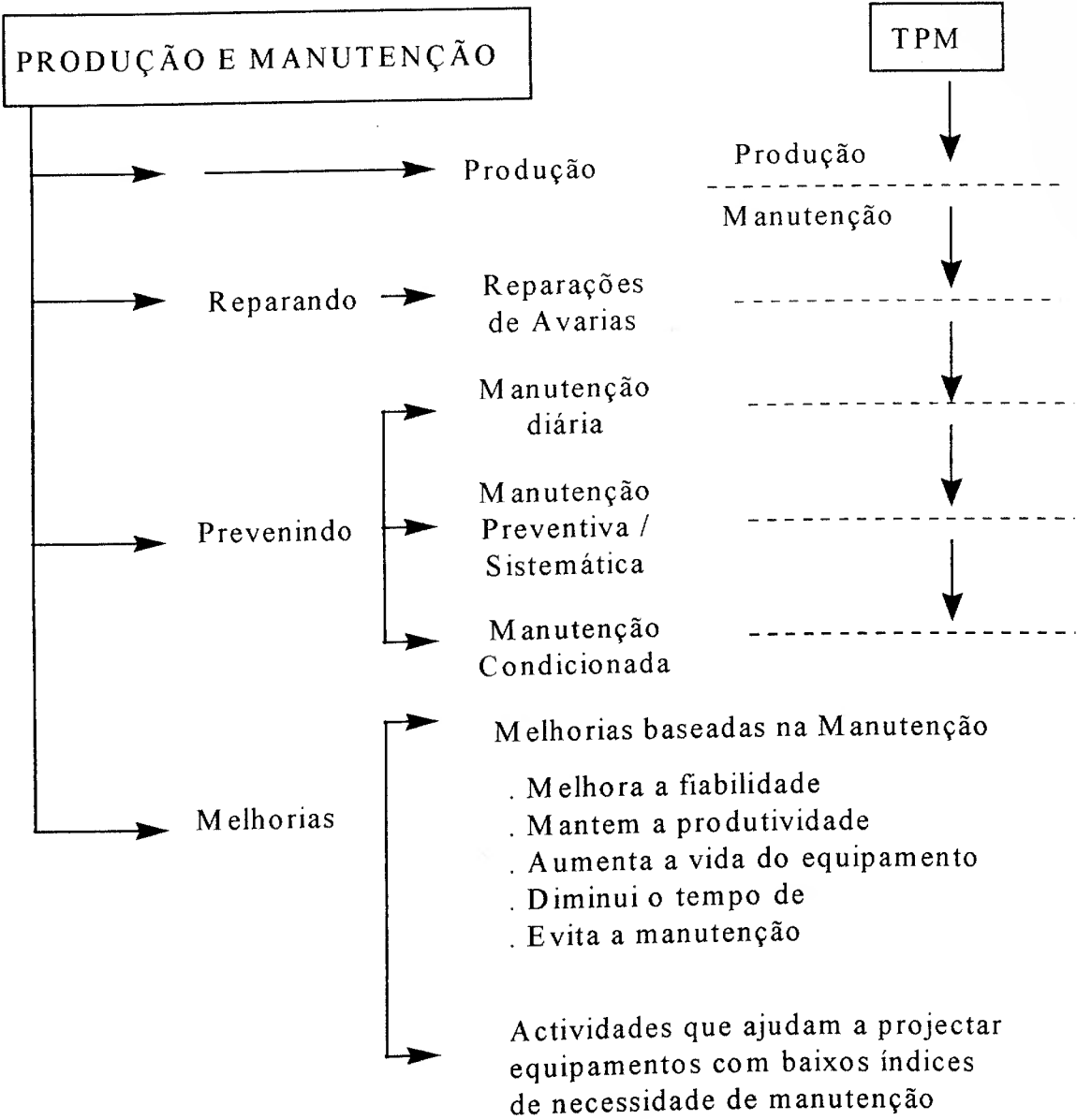
A figura 8 é elucidativa do modelo de produção / manutenção, característico do TPM.

O TPM visa a melhoria da estrutura orgânica da empresa, através da melhoria do desempenho das pessoas e dos equipamentos.

As políticas básicas do TPM são:

- Maximizar a eficácia dos equipamentos;
- Melhorar a qualidade, aumentar a segurança e reduzir os custos;
- Envolver activamente todos os empregados desde a gestão aos operários.

Figura 8 - TPM "Produção / Manutenção"



Fonte: Dan [1996]

As características peculiares do TPM são:

- A busca da economicidade;
- Obtenção de um sistema integrado;
- A manutenção espontânea executada pelo próprio operador, actividades em pequenos grupos através da participação e integração de todos os departamentos envolvidos e criação de ambiente propício para o desenvolvimento de actividades voluntárias;

Os objectivos do TPM são:

- Zero paragens não planeadas dos equipamentos produtivos;
- Zero defeitos causados pelo funcionamento incorrecto dos equipamentos produtivos;
- Zero perdas de velocidade nos equipamentos produtivos;
- Reduzir o custo do ciclo devida dos equipamentos.

Os excelentes resultados obtidos com a implementação do TPM em indústrias japonesas despertaram o interesse da indústria Norte Americana, nomeadamente do Prof. Hartman que conjuntamente com o Prof. Nakagima efectuaram nos Estados Unidos da América, a partir de 1987, numerosas conferências e reuniões com executivos com o objectivo de divulgar as potencialidades do TPM.

Criou-se nos Estados Unidos, o International TPM Institute, Inc. que tem apoiado a implementação do TPM em inúmeras empresas, das quais se destacam a Ford Motor, Motorola, Eastman Kodak, DuPont, Texas Instruments, IBM entre muitas outras, Hartman [1992].

2.7 - MANUTENÇÃO EM PORTUGAL

A manutenção em Portugal tem sido ao longo dos tempos considerada como uma actividade secundária e à qual sempre foi associado o conceito de mal necessário, não fugindo portanto à regra constatada nos demais países, no entanto, devido ao tardio desenvolvimento da indústria portuguesa, só na década de 70 se verificou alguma evolução.

A generalidade das empresas industriais de grandes dimensões possuíam estruturas de manutenção, normalmente vocacionadas para efectuar intervenções nos equipamentos em caso de avaria.

A manutenção planeada efectuava-se apenas em casos esporádicos e o seu âmbito raramente ia além das rotinas de lubrificação, ignorando-se muitas vezes as periodicidades de intervenção preconizadas pelos fabricantes dos equipamentos.

A agravar esta situação, não podemos deixar de referir que a instabilidade vivida nas empresas desde 1974 até meados da década de 80, contribuiu para agravar o "déficit" de desenvolvimento da Indústria Nacional relativamente ao exterior, nomeadamente à Europa e o seu reflexo também na actividade de manutenção que sendo encarada como actividade não directamente geradora de recursos, era a primeira a ser objecto de cortes orçamentais nos meios técnicos e humanos.

Apesar de todas as dificuldades que a Indústria Portuguesa atravessou, mercê do seu desenvolvimento tardio e das dificuldades surgidas por motivos institucionais, Guimarães [1992], a generalidade dos técnicos que desenvolviam a sua actividade profissional na área de

manutenção sentiram a necessidade de criar um organismo que pudesse servir de pólo aglutinador de todas as instituições ou indivíduos ligados à actividade de manutenção e que pudesse de algum modo contribuir para o desenvolvimento da indústria portuguesa, particularmente na área da manutenção industrial, APMI [1981].

Criou-se assim, em 30 de Janeiro de 1980 a Associação Portuguesa de Manutenção Industrial - APMI, associação sem fins lucrativos cujos objectivos são os seguintes:

- a) Promover e apoiar o intercâmbio entre pessoas singulares ou colectivas no sentido de desenvolver a tecnologia, métodos e outras áreas de manutenção industrial dos meios de produção e dos equipamentos;
- b) Contribuir para a consciencialização da importância das funções da manutenção industrial;
- c) Fomentar a divulgação das técnicas da manutenção.

Meios que a APMI preconiza para atingir os seus objectivos:

- a) Promoção de acções de formação e actualização científica e tecnológica no âmbito da manutenção;
- b) Criação de centros de documentação para consulta dos seus membros;
- c) Edição de publicações para a divulgação de estudos e trabalhos sobre a manutenção;
- d) Estabelecimento de contactos com organizações congéneres estrangeiras;
- e) Diligenciar para que seja estabelecida legislação eficiente sobre a matéria.

A APMI - Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, tem desenvolvido desde a sua criação, um trabalho meritório na dignificação da actividade de manutenção em Portugal, quer na divulgação dos mais importantes desenvolvimentos da actividade através da sua publicação trimestral "Revista Manutenção", quer na realização de congressos nacionais e internacionais onde são apresentados e debatidos os mais variados temas no âmbito da manutenção industrial.

Por decisão da direcção da APMI, um grupo de trabalho coordenado por Douwens [1986], promoveu um inquérito à manutenção em Portugal com o intuito de comparar o posicionamento do nosso país relativamente a outros, nomeadamente, os nossos parceiros europeus e novas potências industriais emergentes.

O inquérito foi enviado a 4200 empresas, distribuídas por todas as actividades económicas e em termos gerais abrangia as seguintes áreas:

- Identificação e informação de carácter geral;
- Organização e características da manutenção na empresa;
- Grau e perspectivas de informatização na área de manutenção;
- Características dos efectivos afectos à manutenção;
- Políticas de qualidade e formação.

Os resultados obtidos permitiram concluir ser necessário um grande esforço no sentido de melhorar o nível técnico da actividade de manutenção, nomeadamente no que diz respeito à

informatização e tratamento de dados para a gestão, "dossiers" técnicos dos equipamentos, tecnologia de fabrico de peças sobressalentes e seu acondicionamento, regulamentação da actividade de subcontratação, definição de indicadores de gestão fiáveis e formação especializada na área de manutenção.

No final dos anos 80, como reflexo da entrada de Portugal na Comunidade Europeia, notou-se uma evolução positiva na actividade de manutenção, quer devido aos incentivos que permitiram a aquisição de tecnologia e formação especializada, quer devido ao desafio que se colocou às empresas portuguesas, obrigando-as a otimizar os seus recursos no sentido de poderem ser competitivas face à abertura de novos mercados, e à abertura do nosso mercado aos investidores exteriores.

Assistiu-se à generalização de utilização de técnicas de manutenção preventiva e predictiva, bem como à introdução de novas formas de Gestão de Manutenção, nomeadamente o T.P.M.- Total Productive Maintenance, especialmente em grandes indústrias de sectores tão diversos como o automóvel, papelarias, cortiça, etc.

Também no que respeita ao ensino, nomeadamente na formação de técnicos qualificados e quadros destinados à actividade, tornou-se necessário formar pessoas, conferindo-lhes o "Know How" necessário ao desempenho profissional na área da manutenção.

Dadas as características multifacetadas desta actividade, é da maior importância dotar os seus futuros quadros de uma sólida formação, proporcionando-lhes os

conhecimentos gerais adequados ao desenvolvimento das suas capacidades, complementando-os com disciplinas específicas que lhe concedam uma polivalência e abertura essenciais para o sucesso na condução das tarefas que lhe forem acometidas no âmbito das suas funções.

Ao nível do ensino secundário, em zonas do país mais industrializadas, foram criados alguns cursos, dirigidos para a actividade de manutenção industrial, aproveitando as sinergias entre as escolas e empresas potenciais empregadoras dos técnicos formados.

Também ao nível do ensino superior politécnico e universitário, a apetência do mercado por técnicos e gestores vocacionados para esta área industrial, levou à criação, no início da década de 90, de alguns cursos de Engenharia, dirigidos para o desempenho de funções na área de manutenção industrial, quer ao nível de bacharelatos e licenciaturas, como a criação de cursos de pós-graduação e mestrado, perspectivando estes, a formação complementar específica, para quadros já com experiência de trabalho, na área de Manutenção Industrial. Como exemplo, podemos citar os cursos de bacharelato em engenharia de manutenção, ministrados na Escola Superior de Tecnologia de Faro, Instituto Superior de Engenharia do Porto, assim como cursos de licenciatura em engenharia mecânica, ramo de manutenção, ministrados na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Ministério da Educação [1995].

A Universidade Nova de Lisboa, promoveu, nos anos lectivos de 1995 /1996 e 1996 / 1997, dois cursos de mestrado em instrumentação, manutenção industrial e qualidade.

Outras instituições públicas e privadas, têm promovido acções de formação para quadros da área de manutenção, nomeadamente o Instituto de Soldadura e Qualidade, que vai na 7ª edição da realização do curso de especialização em engenharia de manutenção, com a duração de um ano lectivo e dirigido a licenciados e bacharéis em engenharia, com pelo menos dois anos de vida profissional activa.

2.8 - A MANUTENÇÃO COMO FACTOR ESTRATÉGICO DE COMPETITIVIDADE

A globalização da economia expôs as empresas e os produtos a uma concorrência até então nunca experimentada. No passado, mercados fechados ou protegidos originavam produtos de baixa qualidade e desempenho medíocre. No entanto, devido à queda generalizada das barreiras alfandegárias, à variação do câmbio, às pressões governamentais e à desburocratização, as empresas viram-se obrigadas a redefinir produtos, ampliar mercados, estabelecer alianças e otimizar investimentos que lhe permitissem concorrer com mega-empresas transnacionais.

Carvalho [1997], refere que a busca da redução de custos pelas empresas se tornou tarefa prioritária, implantam-se novos processos, introduzem-se novas técnicas, redefinem-se funções e autoridade, passa-se da fabricação em linha para células de manufatura, de lotes económicos para fluxos de peça única, do abastecimento planeado ao aprovisionamento de acordo com as necessidades.

A adopção do "just in time" estabelece prioridades, recomenda acções, dispensa distâncias, elimina armazéns e ignora burocracias.

Estabelece prioridades, pois assenta no conceito de que se deve comprar ou produzir somente quanto e quando houver necessidade, objectivando a melhoria da competitividade e a redução dos custos através da supressão de desperdícios (matéria prima, deslocações, trabalho inútil, energia, etc.).

Recomenda acções, uma vez que estabelece que não se deve produzir para aumentar stocks, utilizando o fabrico por lotes

ou peça a peça, com o estrícto respeito pelas quantidades necessárias e garantindo a qualidade das matérias primas, produção (pessoal e meios operatórios), mudança rápida de ferramentas, relações de partenariado com fornecedores e auscultação das necessidades dos clientes tendo em vista a garantia de uma carga de produção regular.

Dispensa distancias através da revisão de "lay-outs", reduzindo trajectos, simplificando fluxos de produção e descentralizando pontos de expedição e recepção.

Elimina armazéns, porque a filosofia é a de produzir apenas o que é necessário, quer seja para incorporar no fabrico, quer seja para entregar ao cliente.

Ignora burocracias, dado que todo o processo produtivo assenta em procedimentos simples, perfeitamente definidos e standardizados.

A continuidade do novo sistema de produção exige uma mudança radical na Gestão da manutenção, quer através da melhoria de fiabilidade dos equipamentos produtivos, quer através da intensificação da sua manutabilidade.

Steinko [1996], refere que a manutenção tem uma incidência directa sobre os tempos de produção e a estrutura final de custos dos produtos manufacturados, sobretudo nas indústrias de processo contínuo (instalações de produção de energia eléctrica, indústria química, siderurgias, etc.), mas cada vez mais em empresas de processos discretos com elevado nível de automatização flexível (aeronáutica, automóvel, transformadores, etc.), onde o alto valor das instalações faz com que as interrupções do fluxo produtivo influenciem

directamente o ritmo de amortização dos equipamentos e os resultados económicos das empresas.

Porter [1985], entende que a vantagem competitiva não pode ser compreendida observando-se a empresa como um todo. Ela tem origem nas inúmeras actividades que constituem a sua cadeia de valor, apresentada na figura 9.

Cada uma destas actividades pode contribuir para a posição dos custos relativos de uma empresa, além de criar uma base para diferenciação.

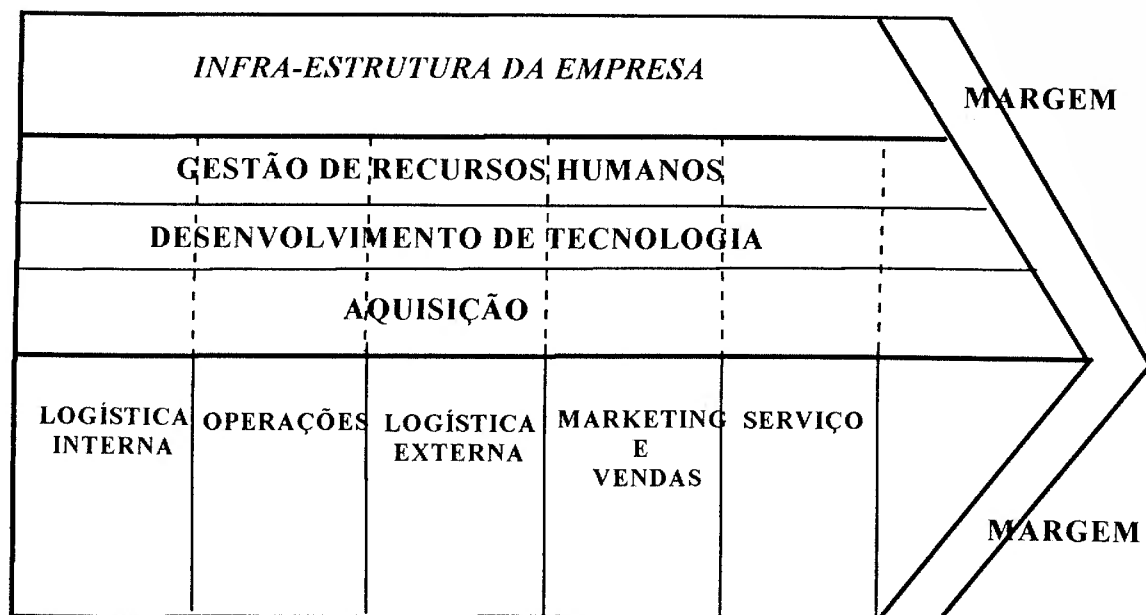
Dentro de cada categoria de actividades primárias e de apoio, existem três tipos de actividades que desempenham um papel diferente na vantagem competitiva:

- Directas; actividades directamente envolvidas na criação de valor.
- Indirectas; actividades que tornam possível a execução de actividades directas.
- Garantia da qualidade; actividades que garantem a qualidade de outras actividades.

A actividade de manutenção é referida como uma actividade indirecta que em muitas indústrias representa uma proporção grande e um rápido crescimento do custo, podendo desempenhar um papel significativo na diferenciação através do seu efeito sobre as actividade directas.

A obtenção de vantagem competitiva através da manutenção pode ser um facto, desde que se consiga uma melhor disponibilidade dos meios de produção a par de uma intensificação da automação dos equipamentos produtivos.

Figura 9 - A Cadeia do Valor Genérica



Fonte: Porter [1985]

Carvalho [1992], no seu estudo sobre a contribuição da manutenção para o fortalecimento da competitividade das empresas, assinala quatro factores essenciais para a obtenção de vantagem competitiva através de uma manutenção eficiente, esses factores são:

- Concepção adequada dos equipamentos produtivos na fase de projecto;
- Planeamento correcto de métodos e processos de fabrico;
- Condições satisfatórias das operações de produção;
- Gestão da manutenção dos equipamentos.

As condições para obtenção de vantagem competitiva através de uma manutenção eficiente, começam quando os equipamentos a "manter" estão na fase de projecto, pois que uma concepção adequada dos equipamentos produtivos deve pressupor uma definição optimizada do grau de automação, fabrico dos equipamentos em unidades modulares, caracterização de um sistema de diagnóstico de falhas, acesso fácil a todos os componentes, utilização de materiais que garantam o máximo de fiabilidade e elaboração cuidada de documentação técnica específica.

As condições para a obtenção de vantagem competitiva através de uma manutenção eficiente também dependem do planeamento correcto dos métodos e processos de fabrico.

O planeamento correcto dos métodos e processos de fabrico pressupõe uma adequação dos meios produtivos aos materiais a processar, utilização de velocidades de acordo com as ferramentas, métodos e processos de fabrico flexíveis e não poluentes bem como uma correcta definição do "layout" da fábrica.

Condições satisfatórias das operações de produção também contribuem enormemente para a obtenção de vantagens competitivas através de uma manutenção eficiente, pois que o aumento da disponibilidade de produção através da utilização total da capacidade dos meios produtivos, bem como a melhoria do fluxo de materiais, no sentido de reduzir as operações de movimento e transporte e uma maior automação de processos, conduzem a um aumento de produtividade, a uma maior racionalização dos consumos energéticos e um aumento da segurança.

A gestão da manutenção contribui definitivamente para a obtenção de vantagens competitivas, assegurando a disponibilidade dos meios de produção, a flexibilização de máquinas e pessoas, reduzindo custos, economizando energia e protegendo o ambiente. Para isso, de acordo com Carvalho [1992], torna-se necessário ter em conta o seguinte:

1 - Manutenção;

Definição de conceitos e objectivos.

2 - Pessoal de manutenção;

Polivalência tendo em vista uma visão sistematizada dos meios de produção e o seu contínuo desenvolvimento.

3 - Meios de Manutenção;

Evolução tecnológica constante no sentido de poderem ser facilmente utilizados e permitirem uma resposta rápida e adequada.

4 - Mapas de Controlo de Manutenção;

O mais simples possíveis.

5 - Subcontratação da Manutenção;

Intensificação da execução de tarefas específicas por especialistas não pertencentes aos quadros das empresas.

Ex.: Assistência técnica prestada por representantes dos fabricantes dos equipamentos.

6 - Documentação técnica;

Consulta de ficheiros e manuais através do uso de terminais gráficos.

- 7 - Investimentos, Custos e Despesas;
Redução das despesas através de um maior investimento inicial.
- 8 - Gestão de Sistemas de Informação;
Desenvolvimento e implementação de sistemas de gestão da informação, nomeadamente para diagnóstico de avarias.
- 9 - Sobressalentes;
Definição correcta de um sistema de gestão de sobressalentes no sentido de reduzir os "stocks".
- 10- Organização da Manutenção;
Redução dos níveis hierárquicos e número de funções, implementação de equipas de trabalho.
- 11- Execução de trabalhos de Manutenção;
Recepção e execução de pedidos de manutenção através de prioridades definidas em conjunto com a produção.
- 12- Controlo da Manutenção;
Redução de tempos de mudança, espera e atraso, identificação e eliminação de pontos fracos e redução dos custos de manutenção.
- 13- Energia;
Redução de consumos de energia a partir de recursos primários e desenvolvimento de energias alternativas.
- 14- Protecção Ambiental;
Evitar, reciclar, minimizar e tratar sem danos para o ambiente, um desafio a ser vencido no sentido de preservar a natureza, dando continuidade à vida.

O estudo efectuado em França, pela AFORP / AFORTEC [1988] refere que a manutenção se tornou uma das funções essenciais do sistema de produção, especialmente em sistemas produtivos fortemente automatizados.

Pode afirmar-se que a manutenção tende cada vez mais a ser um elemento estratégico a ter em conta na gestão das empresas, dado que o custo global de manutenção representa normalmente 1,7 a 5 % do volume de negócio das empresas, podendo em alguns casos ascender a 15 % Partex [1989]. Para responder ao imperativo de desempenho global, a função manutenção deve inscrever-se necessariamente na política geral da empresa.

Com efeito, tendo em vista a resposta a uma severa concorrência, todas as empresas são levadas a produzir de uma maneira responsável para fazer face a rigorosos critérios de produtividade, qualidade, prazos de entrega, para cuja obtenção deve ser orientada a política de manutenção, que não pode ser definida num contexto isolado, dadas as influências que exerce e sofre por parte das outras funções da empresa.

Nas últimas duas décadas, tem havido um constante aumento de interesse na gestão da manutenção como uma função chave no suporte das operações de produção, Pintelon e Van Wassenhove [1990].

Este crescente interesse no domínio da manutenção e da gestão de bens duráveis, levou à necessidade de estabelecer uma linguagem e um vocabulário comum, bem como normas tendentes a regulamentar a negociação de contratos de manutenção entre utilizadores industriais e empresas de manutenção, ou serviços após venda dos construtores.

As normas AFNOR [1984], internacionalmente aceites na regulamentação da actividade de manutenção, definem criteriosamente os termos utilizados e o seu enquadramento, nomeadamente no que diz respeito à classificação da manutenção nos seguintes 5 níveis de intervenção:

- Nível 1 - Regulações simples previstas pelos construtores, actuando nos elementos acessíveis sem recorrer à desmontagem ou abertura do equipamento, troca de elementos consumíveis acessíveis com toda a segurança.
- Nível 2 - Desempanagem por troca de elementos standard previstos para esse efeito, pequenas operações de manutenção preventiva, tais como: lubrificações e controlo dos parâmetros de funcionamento, temperatura, pressão, etc.
- Nível 3 - Identificação e diagnóstico de avarias, reparação por troca de componentes ou elementos funcionais: pequenas reparações mecânicas e todas as operações correntes de manutenção preventiva.
- Nível 4 - Todos os trabalhos importantes de manutenção correctiva e preventiva à excepção de trabalhos de renovação e reconstrução.

Nível 5 - Renovação, reconstrução ou execução de reparações importantes confiadas a uma oficina central ou unidade exterior.

Este escalonamento das intervenções de manutenção, para além da importância que desempenha ao nível da definição de obrigações contratuais entre os agentes envolvidos, assume particular relevância sob o ponto de vista funcional, na distinção das zonas de responsabilidade produção / manutenção.

De acordo com Pinto [1991], a manutenção passou a ser entendida pelos gestores como uma actividade decisiva em termos de competitividade dos negócios, o que lhe tem merecido uma maior afirmação como função empresarial.

Deve pois ser assumido que a manutenção, como qualquer outra actividade, terá que se conduzir por uma estratégia da empresa.

Assim a estratégia dependerá de factores como:

- Expansão ou contracção de vendas, (que se reflectirá na expansão / contracção do equipamento produtivo);
- Introdução de novos produtos, (que conduzirá a novas fábricas / equipamentos a instalar ou modificação dos existentes);
- Alteração dos objectivos de produção, (regimes de trabalho, nível de utilização dos equipamentos produtivos);
- Tendência no mercado exterior no que diz respeito a mão de obra, prestação de serviços de manutenção,

existência e disponibilidade de materiais de reserva no mercado.

Sendo a vantagem de custo um dos tipos de vantagem competitiva que uma empresa deve possuir, o custo é também extremamente importante para as estratégias de diferenciação, dado que o diferenciador deve manter o custo próximo da concorrência, esta afirmação efectuada por Porter [1985], implica que qualquer empresa, seja qual for a sua estratégia de posicionamento no mercado, deve otimizar todos os custos ao longo da sua cadeia de valor no sentido de manter ou melhorar a sua vantagem competitiva sobre os concorrentes.

A adopção do TPM pelas empresas vem criar um elemento diferenciador relativamente à concorrência, uma vez que vai melhorar a qualidade dos produtos, reduzir prazos de entrega e fornecer informação que permite projectar novos equipamentos de produção mais fiáveis. No entanto, a implementação do TPM tem custos, custos esses que obviamente se irão repercutir no preço final dos produtos. Cabe à equipa de gestão e acompanhamento do processo de implementação do TPM, avaliar se os investimentos, quer em meios técnicos, quer em acções de formação, não vão onerar demasiado o produto final, deixando este de ser apetecível ao consumidor, apesar de ter elementos que o diferenciam dos produtos oferecidos pela concorrência.

Ames e Hlavacek [1994], defendem que os gestores devem possuir dados precisos relativamente aos custos associados a cada produto ou linha de produtos e cuja composição é a seguinte:

- Custos fixos; custos relacionados com a capacidade física que incluem as instalações das empresas, os custos dos equipamentos produtivos, custos estes que não podem ser evitados. Estes são os únicos custos fixos reais que normalmente não possuem um peso significativo mas que se tornam importantes em empresas com uma forte componente de automatização.
- Custos de estrutura; estes custos estão relacionados com as pessoas e a estrutura, publicidade, vendas, I&D, estudos de mercado, etc. Estes são custos que crescem com a estrutura e devem ser mantidos sob controlo.
- Custos variáveis; custos que sobem ou descem proporcionalmente ao volume de negócios.

Devido à constante evolução tecnológica, a vida útil dos equipamentos produtivos torna-se cada vez mais curta, pelo que se torna importante rentabilizar ao máximo a sua capacidade produtiva.

Nakagima [1989], File [1991], apresentam o conceito de custo do ciclo de vida dos equipamentos desenvolvido por Blanchard no início dos anos 60, como sendo o somatório dos custos de aquisição, utilização, operacionalidade e obsolescência. Neles estão incluídos os estudos de operacionalidade, investigação, desenvolvimento, design, manufactura, instalação e "comissioning", operação, manutenção e substituição, bem como o custo de outras acções de suporte tais como: formação, documentação, ferramentas e testes.

$$\text{"Custo do ciclo de vida} = \text{custo de operação} + \text{custo de posse"}$$

Os custos de operação são os custos operacionais directos tais como: energia, materiais e mão de obra utilizados para a produção de bens ou serviços.

Os custos de posse incluem todos os item's anteriormente definidos para o custo do ciclo de vida, exceptuando os indicados como custo de operação.

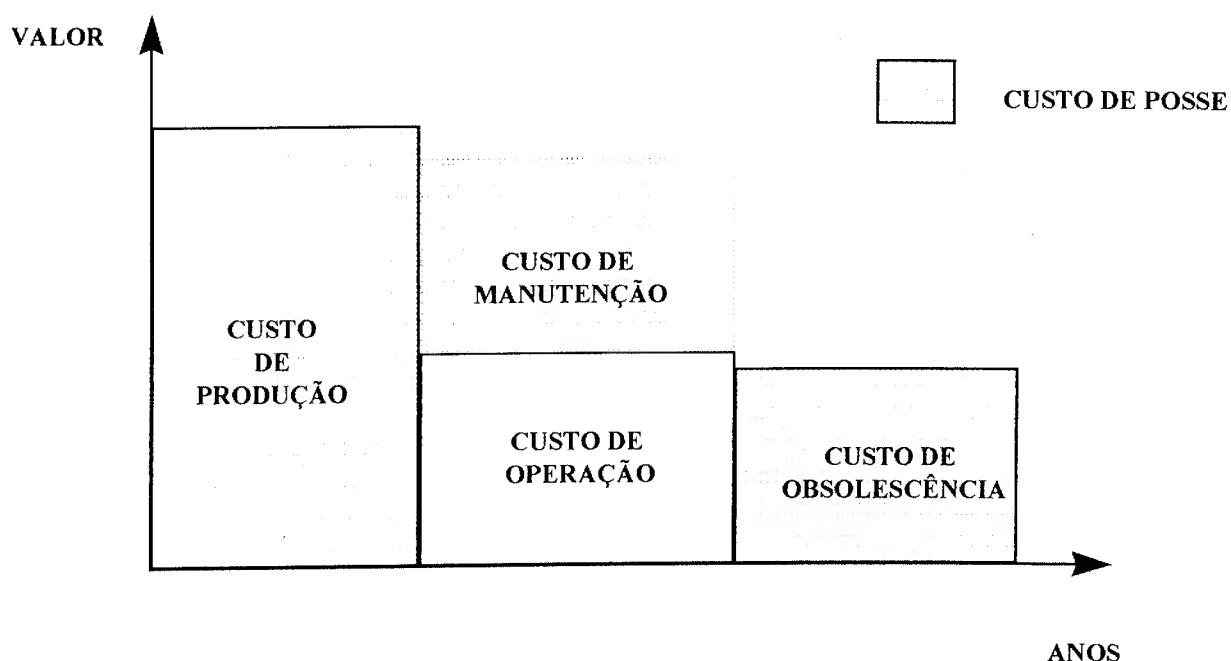
A figura 10, é elucidativa do custo do ciclo de vida de um equipamento produtivo.

O custo de manutenção, que de acordo com o conceito do custo do ciclo de vida faz parte do custo de posse, tem sido tradicionalmente considerado como um custo inevitável e incontroável, Pintelon e Van Wassenhove [1990], Ruiz [1996], no entanto, Darnés [1996], refere que embora a manutenção tenha pouca influência na fixação dos preços de mercado, uma correcta política de manutenção assume um papel determinante na redução de custos de produção bem como no aumento da qualidade dos produtos.

Woodhouse [1993], defende que a definição e quantificação dos custos de manutenção é o maior passo em direcção a uma correcta tomada de decisão quanto às políticas de manutenção a adoptar e apresenta a sua segmentação da forma indicada na figura 11.

O custo total da manutenção é dividido em custos directos e custos indirectos. Moreira[1996], estabelece também a mesma divisão mas referindo os custos directos como

Figura 10 - Histograma do custo do ciclo de vida



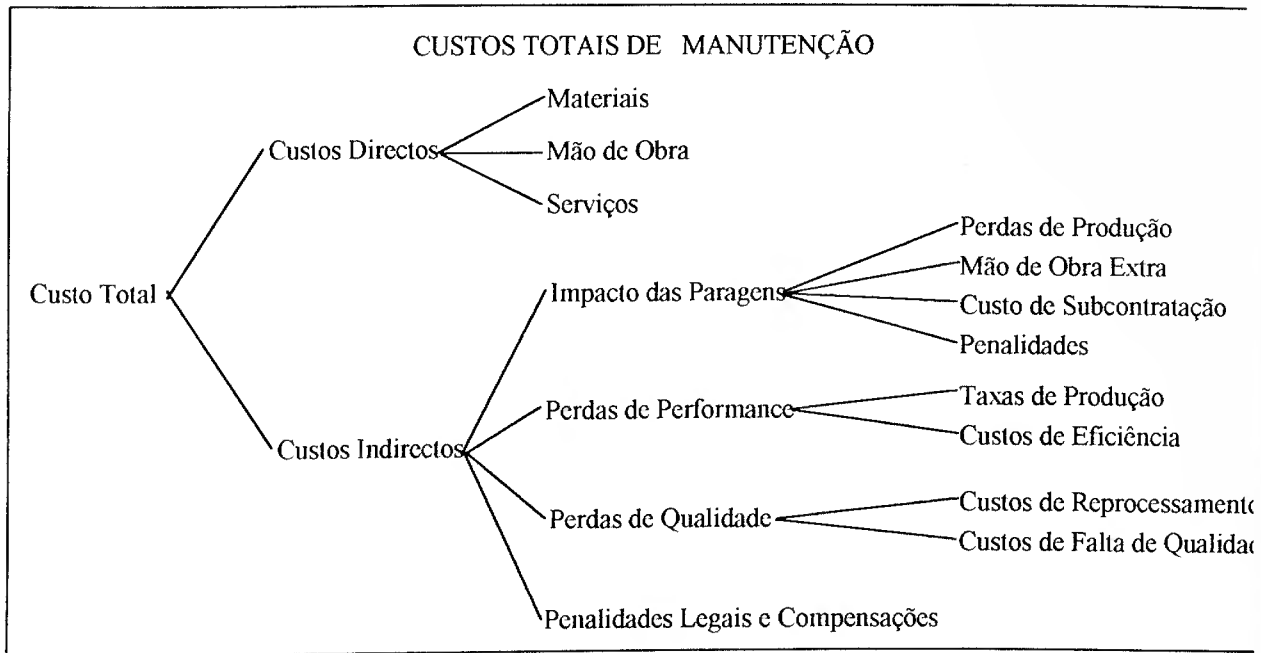
Fonte: File [1991]

custos das intervenções de manutenção e custos indirectos como custos de não manutenção ou manutenção deficiente, onde os custos directos são apresentados como a forma visível de um iceberg, e os indirectos como a forma submersa, de maior volume e impacto nos resultados da empresa.

Walker [1995], defende que o conceito do custo total da manutenção é bastante proveitoso para a análise da sua eficiência e em particular para a eficácia do melhoramento dos programas de manutenção.

Aumentando a eficiência e a disponibilidade dos equipamentos, assume-se um aumento dos custos de manutenção e a taxa de crescimento vai aumentando à medida que nos aproximamos dos 100% de disponibilidade.

Figura 11 - Custos Totais da Manutenção



Fonte: Woodhouse [1993]

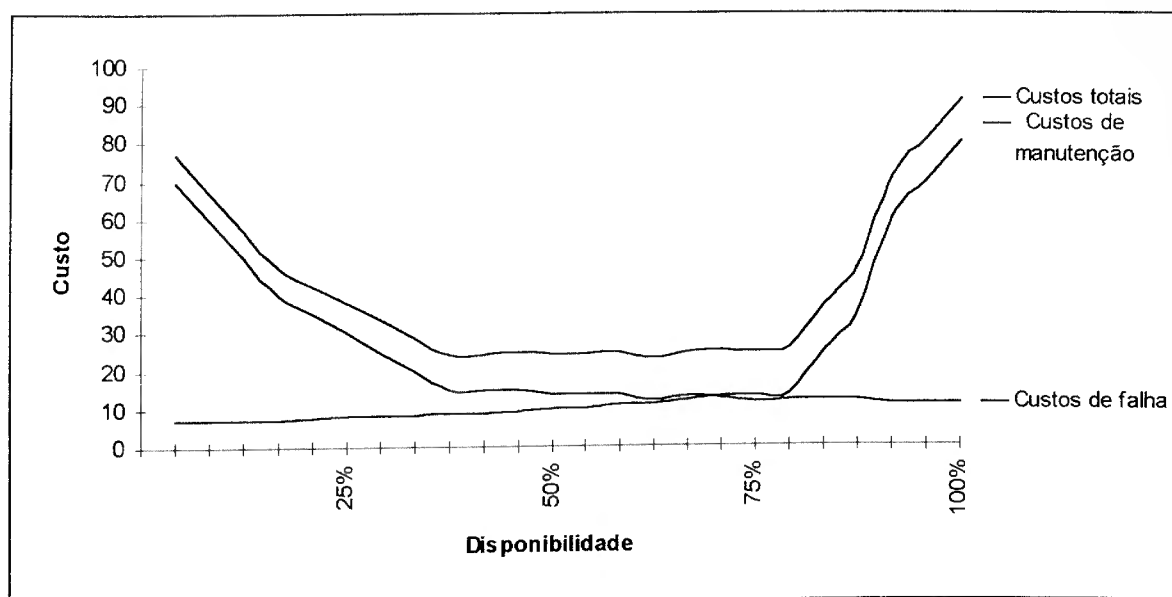
Assume, portanto, particular importância, a necessidade de controlar os custos de manutenção, no sentido de que estes não ultrapassem o ponto de equilíbrio, a partir do qual, os custos de falha passam a ser menores que os custos de manutenção.

A figura 12, ilustra a tendência acima referida.

Nakagima [1989], Hartman [1992], fazem referência ao conceito do custo do ciclo de vida dos equipamentos e defendem a adopção do TPM como a melhor solução para optimizar o custo do ciclo de vida dos equipamentos produtivos.

A abordagem utilizada é bastante simples e baseia-se na constatação de que 80% do custo do ciclo de vida é definido na fase de design e projecto dos equipamentos.

Figura 12 - Equilíbrio Custo de Manutenção / Disponibilidade dos equipamentos



Fonte: Partex [1989]

Eles partem do princípio que um grande envolvimento dos operadores e pessoal da manutenção, no processo produtivo, permite a estes agentes conhecer profundamente quais são as principais causas que contribuem para as paragens por avaria ou deficiências de funcionamento, que originam perdas de tempo ao longo do processo produtivo, ou perdas de qualidade dos produtos produzidos.

Aqueles autores, defendem que a implementação do TPM requer as seguintes fases distintas de gestão dos equipamentos produtivos:

⇒ FASE 1 - "Melhorar os níveis de desempenho e disponibilidade dos equipamento"

Nesta 1ª fase, considerada a mais importante, e cuja duração dependerá do estado corrente dos equipamentos, considera-se a necessidade de efectuar os seguintes "passos":

- a) Determinar a disponibilidade e desempenho dos equipamentos existentes;
- b) Avaliar as condições de operacionalidade dos equipamentos;
- c) Determinar as necessidades correntes de manutenção;
- d) Analisar as perdas nos equipamentos;
- e) Desenvolver as melhorias necessárias nos equipamentos;
- f) Desenvolver as melhorias necessárias para reduzir operações de "set-up" e mudanças de fabrico;
- g) Efectuar plano de execução de melhorias;
- h) Verificar continuamente os resultados;

⇒ FASE 2 - "Manter os equipamentos a funcionar com um elevado nível de desempenho e disponibilidade"

Nesta 2ª fase, considera-se a necessidade de se efectuar os seguintes "passos":

- a) Desenvolver os planos de manutenção produtiva para cada equipamento;
- b) Desenvolver os planos de lubrificação requeridas para cada equipamento;
- c) Desenvolver as exigências de limpeza para cada equipamento;

- d) Desenvolver os procedimentos de lubrificação e limpeza;
- e) Desenvolver os procedimentos de inspecção para cada equipamento;
- f) Elaborar o manual de manutenção productiva;
- g) Verificar os resultados e corrigir continuamente, no sentido de melhorar a disponibilidade e desempenho;

⇒ FASE 3 - "Conseguir que os novos equipamentos produtivos sejam projectados de modo a permitir um elevado nível de desempenho e disponibilidade"

Esta fase, que é uma consequência do trabalho desenvolvido nas duas primeiras, permite definir novos equipamentos produtivos com elevados desempenhos e um custo do ciclo de vida mais optimizado, para cuja obtenção deverá observar os seguintes "passos":

- a) Desenvolvimento de novas especificações técnicas;
- b) Desenvolver equipamentos com base na experiência dos operadores e pessoal da manutenção no sentido de melhorar o desempenho;
- c) Eliminar todos os problemas verificados nos antigos equipamentos;
- d) Optimizar design e tecnologia;
- e) Projectar equipamentos com design que favoreça a manutabilidade;
- f) Projectar equipamentos com menores necessidades de manutenção;

- g) Formar pessoal de manutenção e operação na fase de projecto e instalação dos equipamentos;
- h) Colocar em operação apenas equipamentos que satisfaçam ou excedam as especificações técnicas;

A implementação do TPM nas organizações, de acordo com Hartman [1992], é verdadeiramente uma das mais importantes fontes impulsionadoras do desenvolvimento da competitividade das empresas transformadoras, a prová-lo, cita o sucesso da sua implementação em numerosas empresas ocidentais.

No entanto, o sucesso obtido por essas empresas não resultou na aplicação pura e simples do TPM tal como foi concebido e desenvolvido no Japão, a sua implementação em empresas ocidentais carece de adaptações dada a diferença de culturas.

Se no Japão a decisão de desencadear um processo TPM pertence à administração e toda a organização segue fielmente o plano estabelecido para a obtenção dos objectivos fixados, no ocidente, são muitas vezes os gestores intermédios quem primeiro descobre os benefícios do TPM, tendo que "vender a ideia" à gestão superior, justificando os custos do programa.

Willmott [1994], estabelece um paralelo entre as formas de implementação do TPM na Europa e no Japão, defendendo a necessidade de adaptar a forma de implementação do TPM a cada empresa ocidental, ou a cada país, de acordo com a respectiva cultura.

As diferenças entre as empresas japonesas e ocidentais ao nível das filosofias de manutenção, que no Japão se

baseiam em manter e melhorar a integridade do sistema de produção através dos equipamentos, processos e empregados, adicionando valor ao processo produtivo, contrastam com o papel tradicional dos departamentos de manutenção ocidentais, cuja filosofia é na maioria das vezes baseada na reparação após a avaria. O quadro 3 compara a forma de encarar a manutenção entre japoneses e ocidentais.

Quadro 3 - Comparação entre a forma de encarar a manutenção entre japoneses e ocidentais.

	JAPONESES	OCIDENTAIS
Estrutura	Liderança pelo fabrico como um todo	Funcional / departamental
Forma de Organização	Versatibilidade, flexibilidade, equipas multidisciplinares	Demarcação entre as várias funções
Tipo de Manutenção	Preventiva, predictiva, eliminação de problemas	Manutenção reactiva
Interpretação do Investimento	Investimento benéfico	Custos directos
Posição Estratégica	Importância vital	Mal necessário
Responsabilidade	Da responsabilidade conjunta manutenção / produção	Comandada pela produção

Fonte: Willmott [1994]

As teorias do TPM defendidas por Nakagima assentam nos seguintes cinco pilares:

1. Melhorar a execução das actividades destinadas a aumentar a eficiência dos equipamentos produtivos, (eliminar as grandes perdas);
2. Melhorar os sistemas existentes de manutenção preventiva e condicionada;
3. Estabelecer o nível de auto-manutenção e limpeza a cargo dos operadores;
4. Aumentar as capacidades e motivação dos operadores e técnicos;
5. Contribuir para uma melhoria de design e "procurement" dos equipamentos produtivos.

Os cinco princípios, nos quais também se apoia o TPM no ocidente têm os mesmo objectivos, mas são tratados pelas empresas de consultoria que se dedicam à sua implementação de um modo mais adequado aos métodos e cultura ocidentais. Não é apenas Peter Willmott [1994], que defende esta opinião, outros autores como Barbier [1991], Ponce [1992], Hartman [1992], defendem a necessidade de adaptação dos métodos japoneses à cultura ocidental.

A utilização do TPM como abordagem flexível da manutenção, fazendo uso da larga variedade de ferramentas de gestão e técnicas de manutenção, contribui para a obtenção do equilíbrio correcto entre os custos de manutenção e o desempenho da produção, no sentido de enquadrar esta actividade na estratégia global da empresa.

Nakagima [1982], refere que o objectivo de todas as indústrias é aumentar a produtividade minimizando o "input" e maximizando o "output", considerando este não apenas o aumento da produtividade mas também uma melhor qualidade, um custo mais baixo, o cumprimento de prazos, o aumento da segurança e higiene industrial, o aumento da moral e um ambiente de trabalho mais favorável.

A obtenção desse objectivo, através do TPM, é a combinação das metas fixadas pela gestão superior, com as iniciativas dos pequenos grupos de melhoria das actividades de manutenção operando na 1ª linha da fábrica, operários, supervisores e gestores intermédios.

Timmerman [1996], na análise efectuada em diversas empresas transformadoras alemãs, onde a manutenção dos equipamentos produtivos é função chave para o seu funcionamento, refere que a escolha recai frequentemente sobre o TPM como base para a criação de uma estratégia de classe global, onde o objectivo é promover o envolvimento de todos os empregados, melhorar a qualidade e o estado da arte das tecnologias de manutenção, melhorar a capacidade de utilização dos equipamentos e a qualidade dos produtos.

Willmott [1995], defende que o TPM é a estratégia que suporta a utilidade da melhoria dos equipamentos produtivos para maximizar a sua eficácia e a qualidade dos produtos. É uma estratégia orientada para o processo produtivo e para os resultados, providencia métodos para a colheita de dados, análises, resolução de problemas e controlo do processo. Métodos que são adaptados a cada processo produtivo no sentido de melhorar a eficácia dos equipamentos.

O TPM deve ser liderado pela área fabril e deve encorajar a produção e a manutenção a trabalhar em conjunto, envolvendo também outros departamentos tais como: design; qualidade; compras; gestão; etc.

De acordo com Nakagima [1986], o JIPM (Japan Institute of Plant Engineers), publicou em 1971 a seguinte definição de TPM:

1. Tem por objectivo a obtenção do rendimento global máximo do equipamento;
2. Procura estabelecer um sistema global de manutenção produtiva para a totalidade da vida das instalações;
3. Implica a participação de todas as divisões, especialmente as de concepção, exploração e manutenção;
4. Envolve todos os níveis hierárquicos, desde os dirigentes aos operadores;
5. Utiliza como meio de motivação as actividades autónomas do pessoal reagrupado em círculos.

Esta definição coloca em evidência as características do TPM, cujo objectivo se centra na busca da economicidade através de uma gestão integrada de todos os meios da empresa como se pode observar no quadro 4.

Quadro 4 - Relação entre input e output das actividades produtivas

<div>INPUT</div> <div>OUTPUT</div>	PATRIMÓNIO			MÉTODO
	PESSOAL	EQUIP.	MATER.	
Produção P)				Gestão da Produção
Qualidade (Q)				Gestão da Qualidade
Custo (C)				Controlo de Custos
Prazos (P)				Gestão de Prazos
Segurança (S)				Gestão de Segurança e Ambiente
Moral (M)				Gestão de Recursos Humanos
Métodos	Gestão de Pessoal	Gestão do Equip.	Gestão de Mater.	Input —— =Produtividade Output

Fonte: Nakagima [1989]

2.9 - O PAPEL DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO / TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Os SI/TI podem influenciar positivamente a capacidade competitiva das empresas, Barata [1995], citando G. Parsons, refere que qualquer que seja a estratégia global seguida pelas empresas, estas devem utilizar os SI/TI para aumentar a produtividade do trabalho, melhorar a utilização dos recursos, conferir características únicas aos produtos ou para aumentar a qualidade.

A utilização de SI/TI na actividade de manutenção é um processo indispensável nas empresas face à crescente competitividade do mercado, Franco [1993].

O crescente impacto que os custos de manutenção e indisponibilidade por avaria dos equipamentos produtivos têm sobre os resultados das empresas, levaram à tomada de consciência do interesse económico na aplicação das mais modernas técnicas e meios de gestão da manutenção.

O tecido industrial moderno é caracterizado por um elevado grau de competitividade, obrigando portanto a uma boa gestão da manutenção dos equipamentos e instalações no sentido de assegurar um ritmo e uma qualidade de fabrico capazes de satisfazer os mais elevados padrões exigidos pelo mercado. Por outro lado, os equipamentos e instalações baseiam-se em tecnologias cada vez mais sofisticadas, exigindo a sua manutenção um elevado nível de qualificação dos técnicos, pelo que os encargos financeiros associados à manutenção representam cada vez mais um valor substancial.

A manutenção necessita, por isso, de dispor de ferramentas poderosas capazes de gerir todas as informações disponíveis a fim de otimizar os recursos humanos, técnicos e económicos de que dispõe.

Surgiu assim a necessidade de tratar todas as informações de carácter técnico e económico relacionadas com a actividade diária das empresas.

A utilização de SI/TI pela manutenção foi induzida pela evolução técnica dos equipamentos produtivos, para cuja gestão foi necessário desenvolver sistemas de operação, monitorização e controlo, que permitissem aos operadores e técnicos de manutenção obter a informação necessária para avaliação dos parâmetros de funcionamento dos equipamentos produtivos.

Os sistemas de controlo centralizado são largamente utilizados para a operação de equipamentos produtivos, instalações industriais e edifícios, permitindo a optimização de custos de exploração e um manancial de informação que permite à manutenção actuar preventivamente sempre que se verifiquem alterações dos parâmetros de funcionamento, Chevalier [1996].

Os SI/TI podem ter múltiplas aplicações directa ou indirectamente relacionadas como a manutenção, a sua utilização como meio de controlo técnico tem sido largamente difundida e são hoje uma ferramenta comum ao serviço da manutenção, nomeadamente no apoio à manutenção predictiva, onde os SI/TI têm um papel fundamental na análise de vibrações, termografia, análises de óleos de lubrificação, análise de particulas, ferrografia, ultrasons, etc....

Uma das aplicações dos SI/TI na actividade de manutenção está relacionada com a sua Gestão Global, cujos indicadores permitem à empresa otimizar os seus recursos em ligação com outros sectores.

De acordo com Pinto [1994], utilização dos SI/TI na manutenção vai permitir, nomeadamente:

- automatizar tarefas manuais de tratamento e difusão de informações técnicas e económicas;
- dispor de informação permanentemente actualizada e convenientemente tratada;
- aceder rapidamente à informação tratada de modo a permitir tomar decisões claras e precisas;
- que todos os níveis hierárquicos disponham de informação mais adequada à realização das tarefas de que estão incumbidos;
- resolver problemas cuja solução seria impossível de obter ou demasiado onerosa caso fossem utilizados processos manuais.

Pinto [1994], refere que a utilização de SI/TI na Gestão da Manutenção apresenta os seguintes benefícios potenciais:

- a) Maior produtividade da manutenção, devido a uma optimização de todos os recursos (mão de obra, materiais, equipamentos, ferramentas e instalações);
- b) Redução de custos de manutenção, porque há conhecimento mais rápido e rigoroso de todos os factores de custo, permitindo tomar decisões correctas em tempo útil;

- c) Redução dos tempos de imobilização não programados dos equipamentos, por ser possível utilizar de uma forma mais extensa a manutenção preventiva;
- d) Aumento de tempo de vida dos equipamentos, por beneficiarem de mais e melhor manutenção;
- e) Redução de todos os tempos de espera, devido a melhor organização do trabalho e melhor informação sobre a localização dos materiais, ferramentas, equipamentos e documentação técnica;
- f) Menor tempo de imobilização por avaria devido a um acesso mais rápido e selectivo à história da máquina e seus modos de falha característicos, permitindo uma detecção mais eficaz;
- g) Menor perturbação do ritmo de produção, por ser mais fácil articular o plano de manutenção com o plano de produção;
- h) Maior eficácia de gestão, porque pode apoiar as suas decisões de carácter técnico ou económico em informações actualizadas e fidedignas, e alertar para desvios relevantes logo que estes ocorram;
- i) Melhor organização da manutenção, porque a análise que precede a especificação de um sistema de gestão informatizada, revela geralmente insuficiências, desajustes ou redundâncias que devem ser corrigidas.

Como em qualquer outro sector da empresa, é normalmente o gestor da área de manutenção que sente a necessidade do apoio dos SI/TI para o auxiliar na interpretação quer dos indicadores técnicos que permitem a optimização das tarefas



de manutenção, e melhoria da fiabilidade dos equipamentos produtivos, quer dos indicadores de gestão que proporcionam um valioso meio de análise para optimização da gestão, ajudando à tomada de decisões operacionais e conferindo a informação necessária que proporcione à empresa a tomada de decisões e tácticas.

Apesar da vantagem competitiva evidente que a utilização dos SI/TI na actividade de manutenção vem conferir às empresas, é notória a dificuldade que os sectores de manutenção enfrentam quando sugerem à administração das empresas o investimento nessa área.

Senker e Senker [1992], no seu trabalho sobre a introdução de SI/TI nas empresas, referem que o Investimento em SI/TI nem sempre é proveitoso para as estas, a maioria das vezes por falta de articulação entre a necessidade dos vários sectores.

Esta falta de articulação é muitas vezes fruto da impreparação em SI/TI dos gestores de topo, levando-os a não definir uma estratégia integrada de investimento em SI/TI para todos os sectores da empresa.

No que se refere a SI/TI para a área da manutenção, já existe no mercado um variadíssimo leque de aplicações que proporcionam ao Gestor da Manutenção os meios técnicos de que necessita para gerir os seus equipamentos, permitindo ao mesmo tempo a gestão de pessoal, materiais e serviços em articulação com outros sectores da empresa.

Martin [1995], no seu trabalho apresentado na Universidade de Eindhoven, discute a utilização pelas empresas, de software de manutenção standardizado, ou

elaborado especificamente para cada empresa, concluindo que as situações deverão ser analisadas caso a caso, tendo em conta as diferenças entre as organizações, quer em dimensão, quer em meios técnicos utilizados.

No entanto, a tendência futura aponta para a standartização através da modularização, permitindo a aquisição pelas empresas das aplicações específicas adaptadas às suas necessidades.

Devido à especificidade da actividade de manutenção, o design de um software para a sua gestão, de acordo com Roque [1993], deverá ser concebido seguindo as seguintes linhas orientadoras:

Ser de fácil exploração, permitindo a sua utilização por pessoas com o mínimo de conhecimentos informáticos;

Estar optimizado no que respeita à introdução de dados através de tabelas pré-preenchidas;

Explorar preferencialmente a vertente técnica e relacioná-la com os módulos de:

- Gestão Técnica
- Gestão de Materiais
- Gestão de Pessoal Oficinal
- Gestão de Serviços e Fornecimentos Exteriores
- Manutenção Condicionada
- Gestão de Custos de Manutenção

2.10 - A MANUTENÇÃO COMO FACTOR DECISIVO PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DOS PRODUTOS

Existem várias definições para a qualidade, no entanto, de acordo com diversos autores e citando Ganhão [1994], a qualidade pode ser definida como a adequação ao uso.

A adequação ao uso é a capacidade de um produto ou serviço em satisfazerem, com sucesso, os objectivos do utilizador durante a sua utilização.

A adequação ao uso é determinada pelas características do produto ou do serviço que, ao longo da utilização, o utilizador pode reconhecer como benéficos para ele, como por exemplo:

- Nitidez de imagem dum televisor;
- Pontualidade de um comboio;
- Duração de um par de sapatos;
- Rapidez e eficácia de atendimento de um banco de hospital;
- Características de segurança de um veículo.

A adequação ao uso fundamenta-se nas chamadas características de qualidade, definem-se como sendo as propriedades e atributos dos produtos, materiais ou processos necessários para que eles sejam adequadas ao uso. As características podem ser de vários tipos, não só tecnológicas, mas também de durabilidade, estéticas, contratuais, legais, ecológicas, etc...

A adequação ao uso, pressupõe para um certo produto ou serviço, a definição de determinadas características que levam à elaboração de especificações que dão lugar, primeiro à concepção do produto e, posteriormente, à sua produção.

Assim, de acordo com Béranger [1987], surge uma outra definição de qualidade que pode ser tomada como regra:

A qualidade é a conformidade dos produtos com as especificações.

A regra precedente pode ser expressa da seguinte forma:

- 1- A qualidade das tarefas de concepção, consiste na concepção dos produtos conforme as especificações;
- 2- A qualidade da produção, consiste na fabricação de produtos em conformidade com o estabelecido pelo gabinete de estudos;
- 3- A qualidade da definição de um produto, consiste no estabelecimento de especificações conforme as necessidades do utilizador.

A qualidade da produção está em larga medida ligada à fiabilidade dos equipamentos produtivos.

As avarias e os incidentes que ocorrem com os equipamentos constituem um dos maiores flagelos da indústria, é frequente encontrarem-se situações onde a taxa de imobilização por avaria dos equipamentos produtivos é bastante elevada.

A Indisponibilidade dos equipamentos produtivos, limita fortemente a capacidade de produção, tendo como consequência

o aumento dos custos e a impossibilidade do cumprimento de compromissos com clientes.

Os defeitos de produção podem assumir formas bastante variadas e apresentar causas diversas.

A forma tradicional do controlo de qualidade é dispendiosa e ineficaz.

O quadro seguinte mostra alguns exemplos de defeitos.

Quadro 5 - Alguns exemplos de defeitos

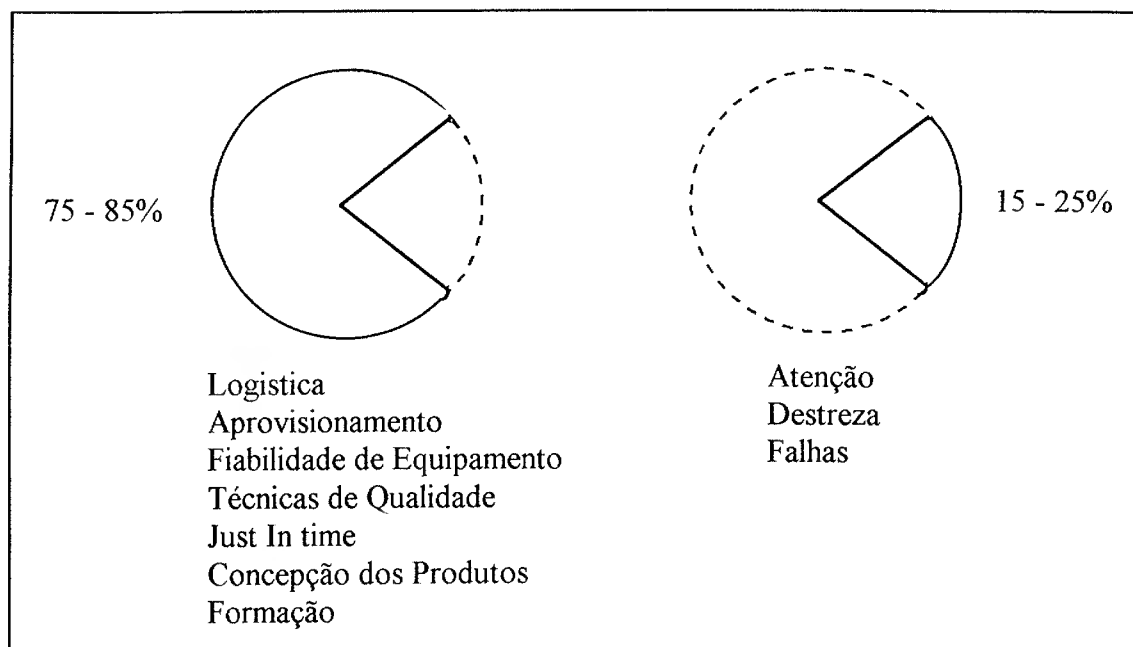
- Matéria prima de má qualidade
- Dimensões não respeitadas
- Maquinagem deficiente
- Trabalho incompleto
- Operação não executada
- Acabamentos deficientes
- Peça deformada
- Deficiência de montagem

Fonte: Béranger [1989]

Nem todos os defeitos são ocasionados por erros, esquecimento ou negligência do pessoal de produção.

De acordo com Béranger [1989], Deming e Juran consideram que 15 a 25 % dos defeitos têm como causa a negligência dos operadores. Os restantes provêm da organização do trabalho, do processo produtivo ou de causas externas, ver figura 13.

Figura 13 - Origens da não qualidade



Fonte: Béranger [1989]

Nas empresas modernas, apenas pode haver qualidade se houver um envolvimento de todos os sectores da organização.

Cabe à área de manutenção, em colaboração com outras áreas, um dos papéis decisivos para o estabelecimento dos níveis de qualidade na empresa.

Um equipamento a funcionar em deficientes condições dificilmente produzirá com a qualidade exigida pelas especificações.

Um observador atento verificará que a manutenção deficiente poderá afectar a qualidade em todos os sectores de uma empresa:

- Uma ou várias lâmpadas substituídas de modo deficiente num gabinete de estudos ou de "design" pode afectar significativamente a qualidade do produto a conceber;
- Um tear com fugas de lubrificação pode inutilizar o tecido durante a fabricação;
- Um aparelho de teste mal calibrado ou avariado pode induzir em erro a especificação final de um produto.

Rueda [1996], considera 5 parâmetros que influenciam a qualidade do trabalho de manutenção.

Estes são conhecidos pelos "5 M" da qualidade:

- Mão de Obra;
 - Máquinas;
 - Métodos;
 - Materiais;
 - Meio.
-
- Mão de Obra, é a qualificação profissional que é produto dos conhecimentos, formação, destreza, atenção, concentração, brio profissional, etc...
 - Máquinas, constituída pelos equipamentos, meios e ferramenteas de trabalho da manutenção, forma de emprego, grau de dificuldade na sua utilização, precisão, etc.

- Métodos e procedimentos de trabalho, grau de dificuldade, tolerâncias, acessibilidade, planos de actuação, etc.
- Materiais e características dos equipamentos a que se aplica o trabalho de manutenção e a sua maior ou menor tendência para a degradação.

Os primeiros "4 M" referenciados, são as condições de base que devem ser consideradas satisfatórias para que se possa obter um trabalho de qualidade. No entanto, há que considerar o "5º M", Meio.

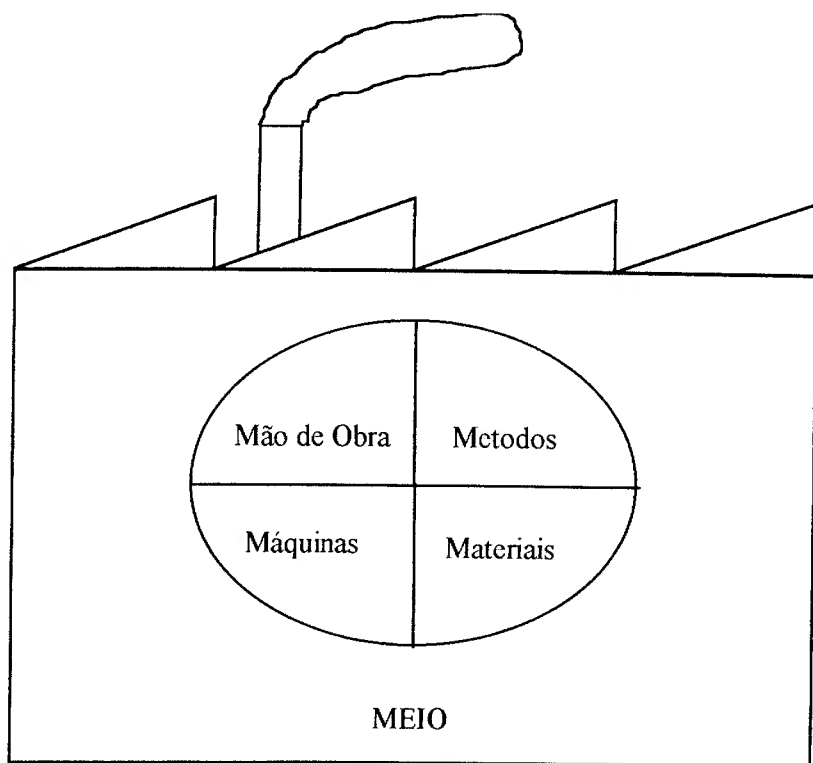
- Meio, que significa e engloba o "ambiente" da empresa, as relações laborais entre os vários sectores e níveis hierárquicos, as relações familiares, a sociedade. Tudo isto influencia a atitude do trabalhador face ao trabalho, repercutindo-se portanto, na qualidade do mesmo.

A figura 14 ilustra a interligação entre os factores que contribuem para a qualidade da manutenção.

Tal como foi referido no capítulo 2, um dos objectivos do TPM é a obtenção de zero defeitos causados pelo funcionamento incorrecto dos equipamentos produtivos.

Dale [1994], refere que o TPM combina as características chave da manutenção preventiva, produtiva e predictiva com o TQC (Total Quality Control), círculos de qualidade e empenhamento dos empregados.

Figura 14 - Os "5 M" da qualidade nos trabalhos de manutenção



Fonte: Rueda [1996]

O TPM, surgiu no final da década de oitenta, como uma evolução das técnicas que Deming desenvolveu no âmbito da introdução das filosofias de qualidade que revolucionaram a indústria Japonesa no pós guerra.

O TPM é cientificamente, o envolvimento de toda a empresa no processo, onde cada um dos empregados se preocupa com a manutenção, qualidade e eficiência dos equipamentos produtivos, Dale [1994].

O ênfase do TPM é centrado na melhoria da destreza dos operadores relativamente à tecnologia dos equipamentos, ao mesmo tempo que são treinados pelo pessoal de manutenção no sentido de os manter limpos e efectuarem os ajustamentos necessários. Deste modo, os equipamentos produtivos manter-se-ão em condições óptimas de eficiência.

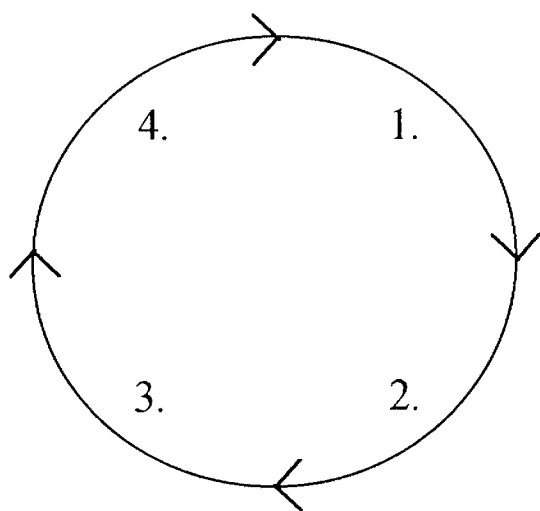
No entanto, o TPM não se esgota apenas na obtenção das condições óptimas de eficiência dos equipamentos em serviço. Como processo interactivo, segue os princípios de melhoria constante.

O TPM (Total Productive Maintenance) e o TQM (Total Quality Management) têm conceitos similares, com o objectivo comum de melhorar a qualidade dos produtos, sendo o TPM considerado como um meio complementar para atingir os objectivos do TQM.

O processo utilizado pelo TPM para a melhoria da qualidade através da manutenção baseia-se na aplicação do princípio do círculo de Shewhart, apresentado na figura 15, Deming [1982].

Como já foi referido, o processo constante de melhoria ultrapassa a obtenção pura e simples do melhor desempenho dos equipamentos produtivos. O envolvimento de operadores, pessoal de manutenção e engenharia, permite colher dados que levarão à concepção de novos equipamentos capazes de produzir com maior fiabilidade, mais capacidade e melhor qualidade.

Figura 15 - O Círculo de Shewhart



Fonte: Deming [1986]

Passo 1 - Definição das intervenções a efectuar

Passo 2 - Pôr em prática o definido no passo anterior

Passo 3 - Observar os efeitos

Passo 4 - Estudar os resultados

Passo 5 - Repetir o Passo 1, com os conhecimentos acumulados

Passo 6 - Repetir o Passo 2 e por aí adiante.

2.11 - A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM COMO FACTOR DE MUDANÇA ORGANIZACIONAL

Taylor (1865-1915), engenheiro, é considerado o fundador da moderna teoria Geral da Administração, foi provavelmente o primeiro grande protagonista de um processo de mudança nas organizações.

Os seus trabalhos levaram a uma revolução na forma de organizar os "inputs" organizacionais com o objectivo de conseguir uma maior eficiência produtiva. A administração científica do trabalho, como ficou conhecida a teoria organizacional de Taylor, foi desenvolvida no quadro da lógica dominante da sociedade industrial que assentava na produção em massa com a inerente redução de custos para satisfação de uma procura em crescimento rápido. A lógica era vender o que se produzia e o êxito das empresas dependia de se produzir o mais possível ao menor custo, Faria [1995].

Esta teoria que partia da capacidade técnica instalada e tentava maximizar o volume de vendas dos bens e serviços potencialmente realizáveis é, hoje em dia, totalmente rejeitada por ser desadequada à lógica dominante das novas sociedades, que é simbolizada pela predominância dos serviços e novas tecnologias, em que o mercado impõe o que, como e quando um determinado bem ou serviço deve ser produzido.

A nova lógica dominante na era das sociedades de informação, no limiar da qual nos encontramos, impõe os recursos humanos como recurso estratégico, assumindo estes

claramente o papel de transformador dos sistemas organizacionais, Upton [1995].

Enquanto, que no modelo Taylorista, os operários se limitavam a executar tarefas segundo padrões previamente estabelecidos, passando toda a sua vida activa a desempenhar praticamente as mesmas tarefas, as exigências actuais de competitividade levam à aceleração da obsolescência dos equipamentos produtivos, pelo que a sua vida útil se torna substancialmente mais curta, muito mais curta que a vida de trabalho de um homem, provocando frequentes alterações às qualificações necessárias a um trabalhador para desempenhar um dado posto de trabalho.

Assim, as qualificações tradicionais sofreram, nos últimos anos, profundas alterações. Este fenómeno, dada a constante evolução tecnológica, será cada vez mais activo e gera a necessidade de constantes alterações e actualizações nas qualificações dos trabalhadores.

Desta forma, torna-se extremamente importante o desenvolvimento dos recursos humanos e a sua integração como peça chave na estratégia global da empresa, no sentido de a dotar de uma capacidade de inovação e adaptação permanente a um contexto em rápida mudança tecnológica, económica e social. Partindo do reconhecimento de que os recursos humanos são um factor central do sucesso das empresas, deverá procurar-se compatibilizar sua valorização permanente com os objectivos económicos destas, (Rodrigues 1994).

A evolução constante de alguns sectores produtivos conduz à emergência da necessidade de pessoas com novos perfis profissionais.

Este facto vem reforçar a necessidade de as organizações possuírem uma estratégia adequada de formação profissional, no sentido de desenvolver as competências dos seus colaboradores e compatibilizá-los com os objectivos da empresa.

Paralelamente à exigência de novos conhecimentos e maior nível de polivalência do pessoal produtivo, por forma a poderem operar os novos equipamentos com o mesmo nível de eficiência com que operavam os mais antigos, impõe-se também o enriquecimento vertical das tarefas associadas aos vários postos de trabalho, conduzindo também a novas formas de organização do trabalho.

Kovacs [1992], defende que o uso eficaz das novas tecnologias obriga a uma reinvenção dos postos de trabalho e pressupõe um enriquecimento das tarefas, assentes num novo tipo de divisão do trabalho. O quadro 6, representa um novo tipo de divisão do trabalho em oposição ao modelo Taylorista.

Esta nova forma de organização do trabalho vem afectar significativamente as organizações, obrigando-as a reinventar a sua estrutura e capacidades no sentido de responder às solicitações do mercado.

Um dos sectores mais afectados por esta evolução nas empresas é o sector de manutenção, pois dada a evolução técnica constante dos equipamentos produtivos, torna a sua gestão cada vez mais complexa.

Quadro 6 - Novas formas de organização

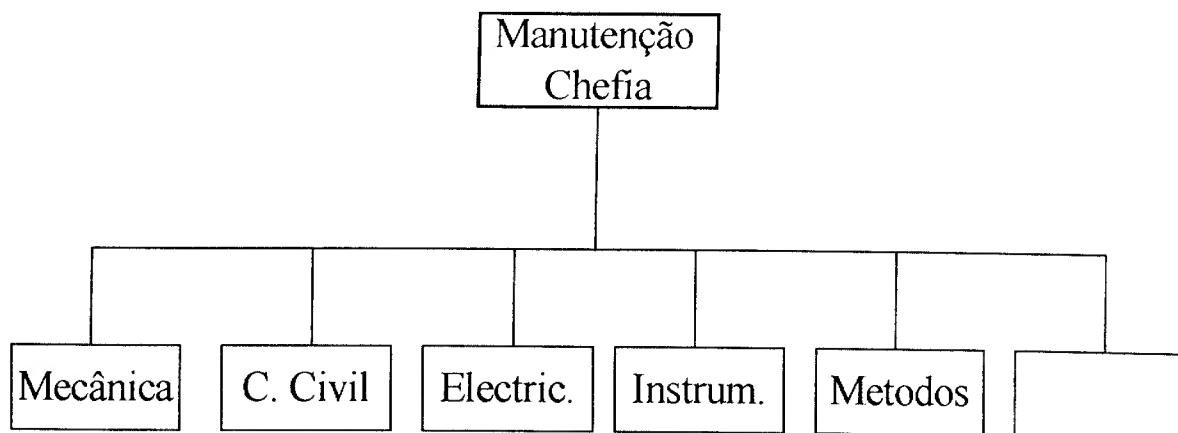
MODELO TAYLORISTA	MODELO PÓS-TAYLORISTA
<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas simples repetitivas facilmente executáveis • Um indivíduo, um posto de trabalho • Tempo e modos de execução rigidamente definidos • Conhecimentos empíricos reduzidos • Supervisão de execução de tarefas • Exploração da execução da concepção / controle da produção 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarefas amplas e complexas • Trabalho de equipa • Tempos e modos de execução definidos pelas equipas de trabalho • Conhecimentos teóricos e empíricos mais amplos • Auto controle de execução das tarefas pela equipa de trabalho • Interligação ou integração das tarefas de concepção / controle e execução

Fonte: Kovacs [1992]

Tradicionalmente, os sectores de manutenção das empresas eram segmentados em diversas áreas, tendo cada uma delas técnicos qualificados e capazes de responderem às solicitações, no entanto, essa segmentação levava à existência de estruturas demasiado pesadas e pouco flexíveis no que diz respeito ao aproveitamento da capacidade dos seus técnicos.

O organigrama apresentado na figura 16, é um exemplo de uma estrutura clássica de um serviço de manutenção, onde as equipas de intervenção são agrupadas por especialidade.

Figura 16 - Organigrama de estrutura clássica de um serviço de manutenção

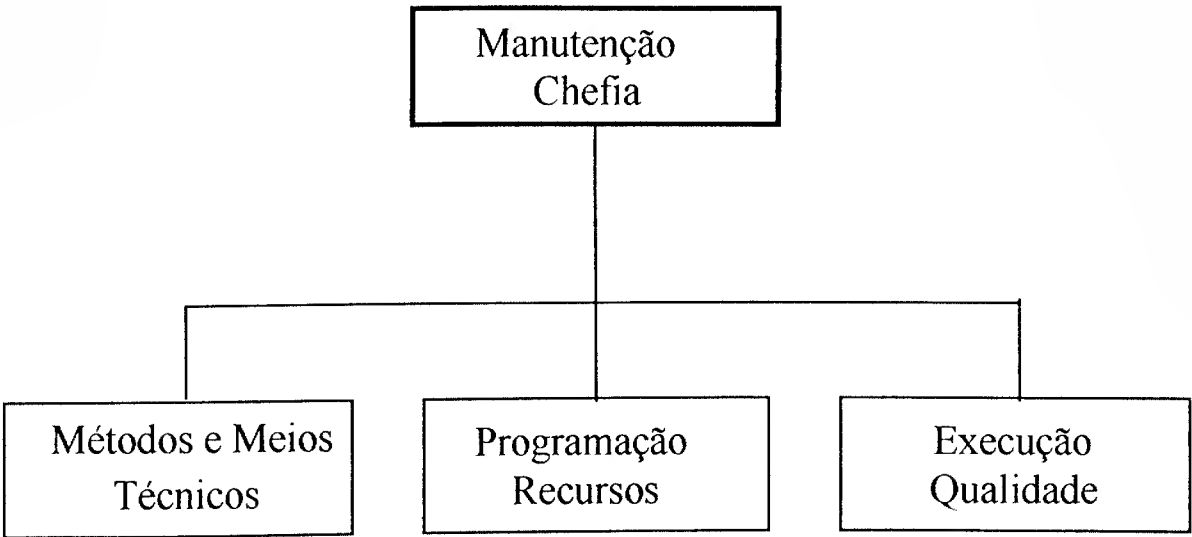


Fonte: Partex [1989]

A necessidade de aumentar a capacidade competitiva das empresas, levou à adaptação dos sectores de manutenção a novas estruturas de funcionamento, que ajustadas à sua dimensão, apostam mais na polivalência e criação de equipas multidisciplinares, visto não ser possível, por razões económicas, ter à disposição pesadas equipas de manutenção.

A figura 17, ilustra a nova configuração de uma estrutura de manutenção, onde não existem sectores por especialidade, mas apenas organização por funções, dando ênfase à polivalência e aproveitamento de todos os recursos disponíveis.

Figura 17 - Estrutura moderna de um serviço de manutenção



Fonte: Partex [1989]

No entanto, qualquer uma das estruturas apresentadas considera apenas a manutenção como sector autónomo e único responsável pelo bom funcionamento dos equipamentos produtivos.

A aplicação de novas formas de gestão da manutenção como o TPM (Total Productive Maintenance), vem otimizar ainda mais as estruturas simplificadas de manutenção, ao defender a integração dos operadores de produção como principais colaboradores na detecção e reparação dos problemas mais simples dos equipamentos, Nakagima [1989], Hartman [1992], Willmot [1994].

Os operadores deverão estar preparados para detectar a origem das anomalias que surgem nas máquinas e repará-las de imediato. Se se tratar de uma avaria mais complexa, então, só nesses casos, deverá ser solicitada a comparência de um técnico de manutenção para resolver o problema.

O TPM, tal como já foi referido anteriormente teve origem no Japão, país com uma cultura diferente da cultura ocidental, onde as direcções das empresas impõem aos empregados as alterações necessárias para a obtenção dos objectivos, seguindo estes, todas as instruções recebidas, fazendo uso dos recursos colocados à sua disposição, Hartman [1992].

No ocidente, a implementação do TPM, enfrenta algumas dificuldades dado que as pessoas e a própria organização, normalmente não favorecem a mudança, pois esta exige um esforço adicional e representa alguma incerteza quanto ao futuro.

De acordo com Monteil [1993], as principais causas da resistência à mudança são:

- Comportamentos de protecção, (prerrogativas sociais, estilos de vida, vantagens adquiridas, etc.);
- Tendência natural à conformidade por parte dos indivíduos;
- Tendência para a rigidez, inerente a todos as estruturas;
- Características individuais, (busca de segurança, medo do desconhecido, defesa de interesses pessoais);
- Características dos grupos de trabalho, (normas e valores de grupo, equilíbrio de relações, etc.);
- Características das organizações, (cultura da organização, normas, valores, etc.).

Assim, as causas de resistência à mudança, consubstanciam-se em duas variáveis: as pessoas e a estrutura organizacional.

As pessoas, dado que a própria natureza humana "resiste" a situações novas e porque toda a cultura escolar, técnica e social tem sido no sentido da procura da estabilidade e conformidade.

A estrutura organizacional, porque tal como a sociedade em geral, a organização desenvolve um conjunto de valores que basicamente têm a ver com a instituição de estruturas rígidas e estáveis.

O sistema organizacional está preparado para a estabilidade e não para a mudança, Faria [1995].

CAPÍTULO 3 - OBJECTIVOS E METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

No presente capítulo descrever-se-ão quais os objectivos da investigação, bem como a metodologia adoptada para efectuar a recolha e tratamento dos dados, necessários à análise da evolução do desempenho, das empresas transformadoras portuguesas, que adoptaram o TPM como forma de gerir a manutenção dos equipamentos produtivos.

3.1 - OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO

Tal como foi referido ao longo deste trabalho, as melhorias introduzidas pelo TPM visam essencialmente a redução das perdas de produção ao longo do processo de fabrico, o aumento da eficácia das operações de manutenção, um melhor empenhamento de todos os empregados e uma melhoria do sistema organizativo da função manutenção na empresa, Nakagima [1982], Hartman [1992] e Willmot [1995].

O objectivo principal desta investigação é analisar se a adopção do TPM, por empresas transformadoras portuguesas, veio afectar o seu desempenho, nomeadamente no que diz respeito à evolução da sua capacidade produtiva.

Para atingir o objectivo atrás referido, formulámos um conjunto de hipóteses baseados na observação da realidade da aplicação do TPM em Portugal.

As hipóteses formuladas são as seguintes:

H1 - A adopção do processo TPM por uma empresa transformadora, tem reflexos na sua capacidade produtiva, nomeadamente no que diz respeito às perdas de produção;



H2 - A adopção do processo TPM tem influência nos tempos gastos nas diversas actividades de manutenção;

H3 - A adopção do processo TPM tem reflexos no empenhamento do pessoal de produção em actividades de manutenção;

H4 - A adopção do processo TPM contribui para a melhoria do suporte técnico e organizativo da função manutenção na empresa.

3.2 - METODOLOGIA

O estudo recaiu sobre um universo de 16 empresas transformadoras de diferentes áreas industriais, que de acordo com duas empresas de consultoria, na área da produção e manutenção industrial, iniciaram nos últimos anos, acções de reorganização do processo produtivo, tendo como objectivo a optimização da sua capacidade através da implementação do TPM.

As empresas que nos foram indicadas, apesar de pertencerem a diferentes sectores de actividade, tal como se poderá verificar no quadro 7, têm todas elas alguns factores comuns, elevado grau de automação, produção de grandes séries e a necessidade de alimentar a jusante outros sectores da indústria ou consumidores, para os quais o cumprimento de prazos é importantíssimo.

Identificadas as empresas, estas foram contactadas telefonicamente, no sentido de avaliar a sua disponibilidade

para responderem a um questionário, cujo objectivo se centrava na obtenção dos dados necessários à análise da evolução da empresa face à aplicação do TPM. A opção pelo contacto telefónico foi tomada, tendo em consideração o reduzido universo em estudo e a necessidade de garantir o número máximo de respostas possíveis.

QUADRO 7 - Empresas onde foi implementado o TPM

SECTOR DE ACTIVIDADE	Nº DE EMPRESAS	%
Acessórios para a indústria automóvel	7	44
Produção de pasta de papel	3	19
Indústria alimentar	2	13
Fabrico de material eléctrico	1	6
Derivados de madeira	1	6
Calçado	1	6
Produtos de higiene	1	6
TOTAL	16	100

Durante esta primeira abordagem, cujo interlocutor foi ou o Director Industrial ou o Director de Manutenção, foram efectuados esclarecimentos sobre o objectivo e natureza da investigação, foram identificados os pontos principais do questionário e estabelecido o tempo necessário para a recolha dos dados.

Das 16 entidades contactadas, 8 mostraram-se disponíveis para colaborar, tendo as restantes alegado indisponibilidade para o fazer.

Os questionários foram enviados em meados de Julho de 1997, ficando acordado que a sua devolução seria efectuada até 15 de Setembro do mesmo ano.

Foram facultadas aos inquiridos as formas disponíveis de contacto para esclarecimento de eventuais dúvidas no preenchimento do questionário.

A elaboração do questionário teve como base a necessidade de obtenção de respostas de natureza quantitativa que permitissem a análise da evolução de alguns factores importantes relacionados com a capacidade produtiva, Douwens [1987], Nakagima [1989] e Hartman [1992].

No que respeita a questões de natureza qualitativa, que referem essencialmente ao empenhamento dos recursos humanos, foram adoptados os níveis de participação e polivalência, critérios utilizados por Madu e outros [1995].

O questionário, apresentado no anexo 1, embora extenso, procurou-se que fosse de fácil interpretação de modo a permitir respostas simples e directas, tendo sido dividido em 7 partes diferentes:

A - Identificação da empresa;

B - Informação sobre o processo TPM;

C - Informação sobre a capacidade produtiva;

D - Informação sobre a evolução dos tempos gastos em manutenção;

E - Informação sobre o empenhamento do pessoal de produção e manutenção;

F - Resultados globais da empresa;

G - Informação de carácter geral sobre o processo TPM.

O questionário foi direccionado no sentido de que as empresas providenciassem os dados sobre as várias rubricas ou critérios utilizados, antes e depois da implementação do TPM, de modo a poderem efectuar-se comparações de desempenho entre as duas situações.

O tratamento estatístico foi processado com a ajuda do software STATISTICA, versão 5.0. A análise das respostas a cada questão está centrada no cálculo individual das médias e desvio padrão, cujos resultados se encontram no anexo 2.

3.3 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Como foi referido anteriormente, o universo do nosso estudo é constituído por 16 empresas transformadoras. Foram recebidas 6 respostas, o que constitui uma taxa de respostas de 37,5 %. Este valor pode considerar-se bastante aceitável, situando-se muito acima de valores obtidos em 2 inquéritos lançados pela Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, cujas taxas de resposta se cifraram próximas de 16 %, Douwens [1987].

Das 6 empresas que responderam ao inquérito, foram excluídas 2, por não terem respondido a grande parte das perguntas, especialmente no que se refere à fase pós TPM, uma delas por não ter passado ainda da fase de estudo relativamente ao custo benefício da implementação da técnica, a outra, pelo facto de ter sido dividida em várias unidades

de negócio autónomas, situação que não permite identificar criteriosamente todos os factores relevantes para a análise do desempenho da aplicação técnica. Perante a eliminação destas duas empresas, pelos factos apontados, vamos considerar para o nosso estudo apenas 4, o que corresponde a uma taxa de resposta efectiva de 25 %.

Estas 4 empresas, cuja identificação se apresenta No quadro 8, pertencem a dois sectores de actividade bem diferentes, 3 pertencem ao sector de fabrico de componentes para a indústria automóvel, representando 42,8 % do total de empresas inquiridas neste sector. A restante, pertence ao sector da indústria alimentar, representando 50 % do total das empresas inquiridas neste sector.

A Renault e a Huf são empresas de capital estrangeiro, sendo a cablauto e a Lactogal empresas de capital nacional.

Quadro 8 - Empresas que responderam ao inquérito

EMPRESA	SECTOR DE ACTIVIDADE	Nº DE EMPREGADOS	DATA DE INÍCIO DO TPM	LOCALIZAÇÃO
RENAULT	Acess. Ind. Automóvel	500 a 1000	1992	CACIA
H.U.F.	Acess. Ind. Automóvel	250 a 500	Nov. 1996	TONDELA
CABLAUTO	Acess. Ind. Automóvel	150 a 200	1993	TROFA
LACTOGAL	Lacticínios	250 a 500	Jan. 1996	CANTANHEDE

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS

Neste capítulo, iremos apresentar os resultados mais relevantes para cada uma das hipóteses enunciadas no capítulo anterior.

4.1 - HIPÓTESE 1

- A adopção do processo TPM por uma empresa transformadora tem reflexos na sua capacidade produtiva, nomeadamente no que diz respeito às perdas de produção.

Relativamente a esta primeira hipótese, procurámos analisar os factores que influenciam directamente a capacidade produtiva das empresas. Os nove factores utilizados na parte C do questionário para caracterizar os diferentes tipos de perdas de produção, são definidos por Nakagima [1989], como os mais relevantes para caracterizar a eficiência de qualquer processo produtivo. Esses factores, são normalmente os que mais contribuem para a ineficiência de qualquer processo de fabrico e é sobre eles que incide a acção do TPM, criando condições para que o seu efeito seja minimizado ou completamente eliminado.

Após o envio do inquérito, algumas das empresas manifestaram a dificuldade na obtenção de dados sobre 3 factores: perdas de produção por falta de operador; bloqueios na linha de produção e desgaste do equipamento. Face a esta

dificuldade , foi decidido que deveriam responder apenas aos restantes seis.

No quadro 9, constam a média e o desvio padrão, das perdas de produção, expressos em percentagem do total da produção, de cada um dos factores considerados, antes e depois da aplicação do TPM.

Quadro 9 - Média e desvio padrão dos factores que influenciam a capacidade produtiva das empresas

FACTORES QUE AFECTAM A CAP.PROD.	ANTES DO TPM		APÓS O TPM	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Mudanças de Fabrico	8	3,742	3,45	1,038
Avarias	3,25	0,835	1,85	0,823
Manutenção Preventiva	1,35	0,943	2,3	1,621
Falta de Matéria Prima	3,85	1,928	2,95	2,271
Produção Defeituosa	1,475	0,932	0,95	0,624
Reprocessamento de Produção Defeituosa	1,5	1,322	0,75	0,714

- Mudanças de Fabrico

As perdas de produção devido a mudanças de fabrico que representavam em média 8 % do total da produção e um desvio

padrão de 3,742 antes da implementação do TPM, passaram para uma média de 3,45 % e um desvio padrão de 1,038. Esta evolução indica que para além de uma redução do tempo perdido com as operações de "setup" e ajustamentos, existe também uma menor dispersão entre as perdas de produção verificadas nas diversas empresas. Esta variação é facilmente explicada dado que o TPM induz uma optimização dos recursos, organizando procedimentos, identificando e corrigindo os problemas que estão na base de perdas.

- Avarias

A percentagem de avarias, que apresentava uma média de 3,25 % antes do TPM, sofreu uma redução, apresentando após a sua implementação uma média de 1,85 %, com um desvio padrão que indica a existência de alguma dispersão entre os valores das perdas de produção por avaria, verificados nas diferentes empresas.

- Manutenção Preventiva

Tal como foi referido anteriormente, a manutenção preventiva destina-se a efectuar as correcções necessárias aos equipamentos, no sentido de prevenir a ocorrência de avarias. Nas empresas analisadas, o valor médio das perdas de produção, provocadas pelas intervenções de manutenção preventiva, cifrava-se em 1,35 %, tendo passado, após a adopção do TPM, para uma média de 2,3 %. Este aumento dos tempos de paragem não significa um retrocesso, antes

representa uma consciencialização de que a prevenção é o melhor meio para evitar paragens indesejadas.

Se efectuarmos a análise da evolução das paragens por avaria, chegamos à conclusão que existe um decréscimo de avarias em 1,4 %, por oposição a um aumento do tempo gasto em manutenção preventiva de 0,95 %. Este ganho pode parecer pouco significativo, mas se considerarmos tudo o que foi referido no Capítulo 2 sobre a diferença de custo entre a manutenção preventiva e curativa, facilmente se conclui que qualquer redução do tempo gasto em intervenções de carácter curativo, mesmo à custa de um ligeiro aumento dos tempos despendidos em manutenção preventiva, resulta num enorme benefício para qualquer empresa.

- Falta de Matéria Prima

Uma das ineficiências que afecta qualquer processo produtivo é a falta de matéria prima.

A falta de matéria prima é normalmente ocasionada por deficiências de abastecimento, que podem acontecer logo no início do processo produtivo, ou ao longo da cadeia de produção. A falta de matéria prima, no início do processo produtivo, é normalmente provocada por deficiências de planeamento do departamento de logística, ao passo que as falhas de abastecimento ao longo da cadeia de produção, são quase sempre, consequência de avarias, ou ineficiência de equipamentos, que devem alimentar a jusante, outros equipamentos, ou linhas de produção.

A implementação do TPM, sendo um processo que envolve todos os sectores da empresa, pode criar condições para que o sector de logística receba atempadamente as informações necessárias ao aprovisionamento das matérias primas a adquirir ao exterior. No entanto, é na criação de condições para que não haja falhas de abastecimento, no interior da organização, que o TPM exerce mais eficazmente a sua acção.

No caso presente, podemos verificar que a média das perdas de produção por falta de matéria prima se cifrava em 3,85 %, após a implementação do TPM esse valor decresceu para 2,95 %. Embora se note uma dispersão muito grande de empresa para empresa, o que pode ser explicado pela diversidade de meios tecnológicos utilizados em cada uma delas, verifica-se uma ligeira melhoria em termos globais.

- Produção defeituosa e reproprocessamento de produção defeituosa

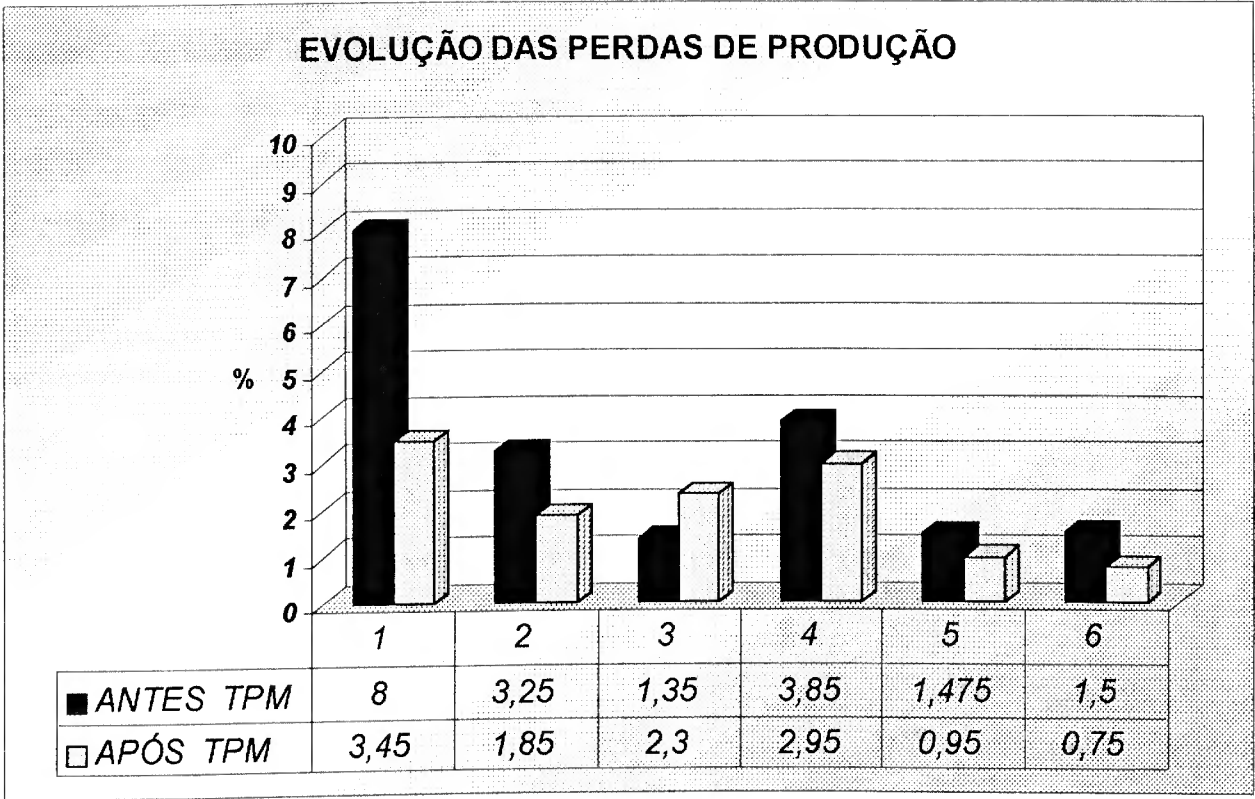
Ao melhorar as condições de funcionamento dos equipamentos, o TPM contribui significativamente para melhorar a qualidade dos produtos.

No caso presente, e ao analisarmos a resposta ao inquérito, conclui-se a existência de uma redução significativa das perdas de produção, depois da implementação do TPM. As perdas devidas a factores de qualidade diminuíram quase para metade, notando-se uma tendência para a harmonização entre as empresas, uma vez que o valor do desvio padrão desce também de uma forma significativa. Esta tendência é, essencialmente, devida ao

facto de que a qualidade, embora tenha muito a ver com factores técnicos, depende também de factores humanos, e o TPM desenvolve a sensibilidade de todos os sectores da empresa para a importância de produzir dentro dos parâmetros especificados.

O gráfico apresentado na figura 18 é elucidativo da evolução dos factores que contribuem para as perdas de produção ao longo do processo produtivo, antes e depois da aplicação do TPM.

Figura 18 - Perdas de produção antes e depois do TPM



- 1 - PERDAS DE PRODUÇÃO POR MUDANÇA DE FABRICO

3 - PERDAS DE PRODUÇÃO POR MANUTENÇÃO PREVENTIVA

5 - PERDAS DEVIDO A PRODUÇÃO DEFEITUOSA
- 2 - PERDAS DE PRODUÇÃO POR AVARIA

4 - PERDAS DE PRODUÇÃO POR FALTA DE MATÉRIA PRIMA

6 - PERDAS POR REPROCESSAMENTO DE PRODUÇÃO DEFEITUOSA

4.2 - HIPÓTESE 2

- A adopção do TPM tem influência nos tempos gastos nas diversas actividades de manutenção.

Um dos principais objectivos do TPM é a redução dos tempos de paragem dos equipamentos devido a intervenções de manutenção curativa.

A parte C do questionário, tinha como objectivo, analisar a evolução dos tempos gastos nas diversas actividades de manutenção, antes e depois da implementação do TPM.

O quadro 10, ilustra de forma significativa, as médias, expressas em percentagem, do total do tempo gasto em manutenção, em cada uma das rubricas consideradas: manutenção preventiva; manutenção condicionada e manutenção curativa.

Quadro 10 - Tempo gasto em actividades de manutenção

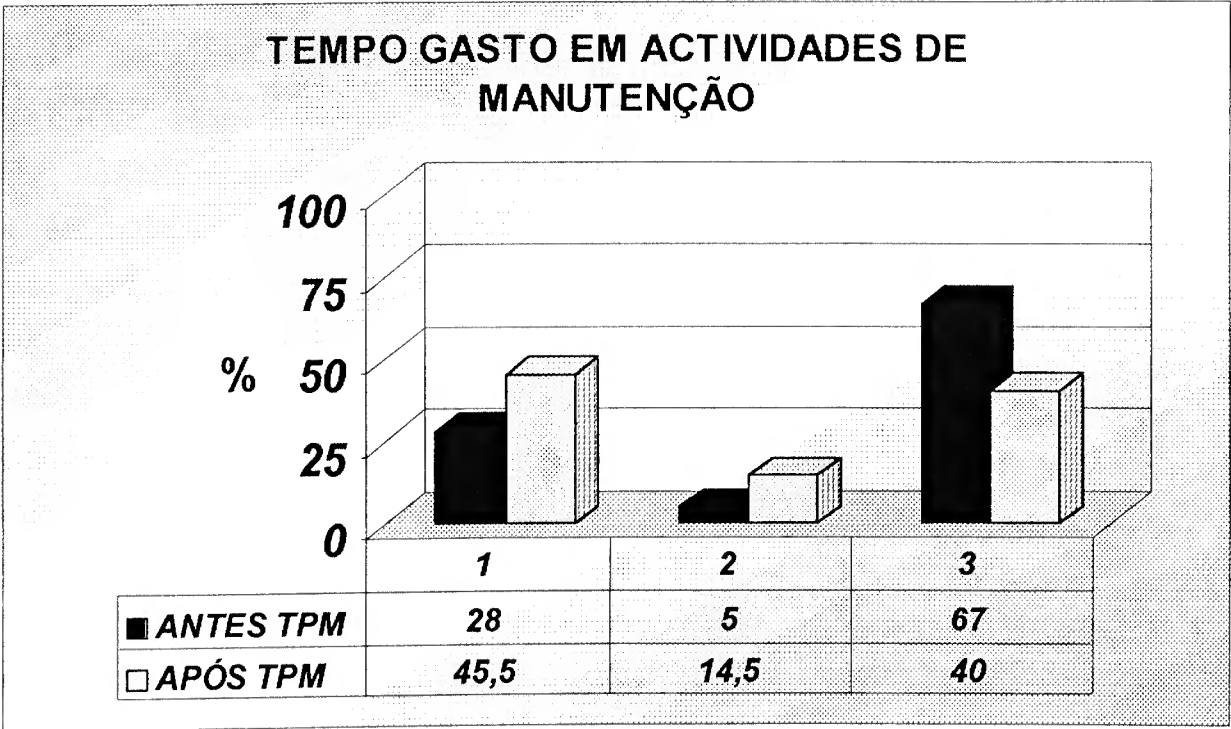
RUBRICA	ANTES DO TPM		APÓS O TPM	
	MÉDIA %	DESVIO PADRÃO	MÉDIA %	DESVIO PADRÃO
Manutenção Preventiva	28	21,97	45,5	28,942
Manutenção Condicionada	5	10	14,5	12,819
Manutenção Curativa	67	21,819	40	27,839

Observa-se a tendência para o aumento da percentagem do tempo gasto em manutenção preventiva e condicionada, em oposição ao decréscimo significativo dos tempos afectos à actividade de manutenção curativa.

Embora exista uma grande discrepância de empresa para empresa, nos tempos gastos nos diversos tipos de manutenção, facto expresso nos valores elevados dos desvios padrão, é importante registar, que se passa de uma média de 67 % do tempo total de manutenção, gasto em manutenção curativa, antes do TPM, para uma média de 40 %, após a sua implementação. Os elevados desvios padrão encontrados, resultam da diferença específica entre as empresas estudadas. Embora 3 delas pertençam ao sector de componentes para a indústria automóvel, uma produz componentes mecânicos (fechaduras), outra produz motores e caixas de velocidades e a última, produz conjuntos de cablagens para o sistema eléctrico. A diversidade de tecnologia usada em cada uma destas empresas, implica, necessariamente, diferenças no tipo e quantidade de manutenção necessária em cada uma delas. A generalidade da literatura sobre manutenção, indica que os seus custos, expressos em percentagem do valor facturado do produto, variam entre 1 e 5 % para indústrias de medicamentos, plásticos e electrónica, e 10 a 15 % para indústrias sujeitas a forte incidência de factores agressivos, estando nesta situação as Cimenteiras, Refinarias e Siderurgias, Partex [1989]. Estes valores são elucidativos das diferentes necessidades de manutenção de indústria para indústria.

O gráfico apresentado na figura 19, estabelece de uma forma clara, a diferença entre a quantidade e tipo de manutenção, verificado antes e depois da aplicação do TPM.

Figura 19 - Actividades de Manutenção Antes e Depois do TPM



1 – MANUTENÇÃO PREVENTIVA

2 – MANUTENÇÃO CONDICIONADA

3 – MANUTENÇÃO CURATIVA

4.3 - HIPÓTESE 3

- A adopção do processo TPM tem reflexos no empenhamento do pessoal de produção em actividades de manutenção.

Para analisar esta hipótese foram utilizados como indicadores, a taxa de absentismo, o nível de participação dos empregados e a sua polivalência.

Se a parte E1 do questionário permitia uma resposta directa quanto ao valor da percentagem de absentismo, no que se refere ao nível de participação (E3), optou-se por dar três hipóteses de resposta, elevado, fraco e nulo, a que foi atribuída a pontuação de 3, 2 e 1, respectivamente para cada uma das situações, permitindo-nos assim efectuar o cálculo da média do nível de participação, antes e depois do TPM. Para análise da polivalência dos operadores de produção, estabeleceram-se seis tipos de tarefas que tradicionalmente são efectuadas por pessoal de manutenção. Essas tarefas são: limpeza dos equipamentos; ajustes; lubrificações; mudanças de fabrico; operações de manutenção preventiva; pequenas reparações. A cada uma destas tarefas foi atribuído o valor 1 e calculada a média do número de tarefas efectuadas, antes e depois do TPM.

Os resultados obtidos estão patentes na figura 20 e 21, onde podemos constatar uma evolução negativa da taxa de absentismo, e uma melhoria bastante significativa do nível de participação dos empregados e da sua polivalência.

Figura 20 - Evolução do nível de absentismo

RUBRICA	ANTES DO TPM		APÓS O TPM	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Absentismo	3,03	1,058	3,603	0,93

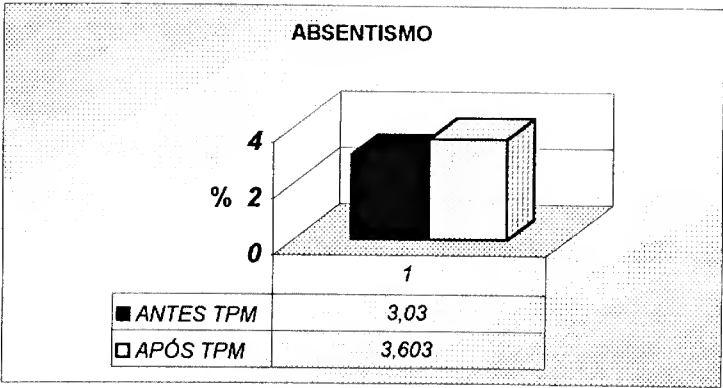
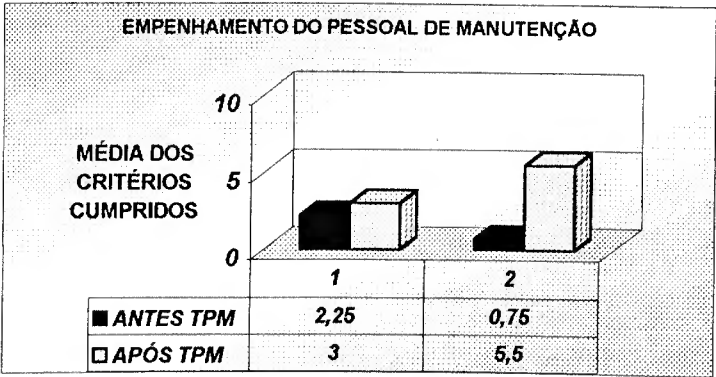


Figura 21 - Empenhamento do pessoal de manutenção

RUBRICA	ANTES DO TPM		APÓS O TPM	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Participação	2,25	0,5	3	0
Polivalência	0,75	0,957	5,5	0,557



1 - PARTICIPAÇÃO

2 - POLIVALÊNCIA

4.4 - HIPÓTESE 4

- A adopção do processo TPM contribui para a melhoria do suporte técnico e organizativo da função manutenção na empresa.

A qualidade das intervenções de manutenção não depende apenas da formação e destreza dos seus técnicos. Como em qualquer outro sector da empresa, o suporte organizativo da manutenção é um dos factores que contribui para a sua eficiência. Um sector de manutenção, para estar apto a responder às solicitações cada vez mais exigentes da actividade produtiva, deve estar dotado de todos os meios técnicos, administrativos e económicos, necessários ao desempenho da actividade.

Para avaliar a evolução qualitativa do sector de manutenção foram escolhidos onze critérios, cujo cumprimento, de acordo com Pinto [1994], contribuem decisivamente para a eficácia de qualquer serviço de manutenção. Esses critérios, que constam do quadro G3 do questionário são os seguintes: existência de documentação técnica dos equipamentos; registo histórico de intervenções; relatórios de intervenção; definição de acções de manutenção preventiva; fichas de trabalho; definição de percursos de inspecção; controlo de qualidade da actividade de manutenção; estrutura de manutenção definida; controlo de custos de

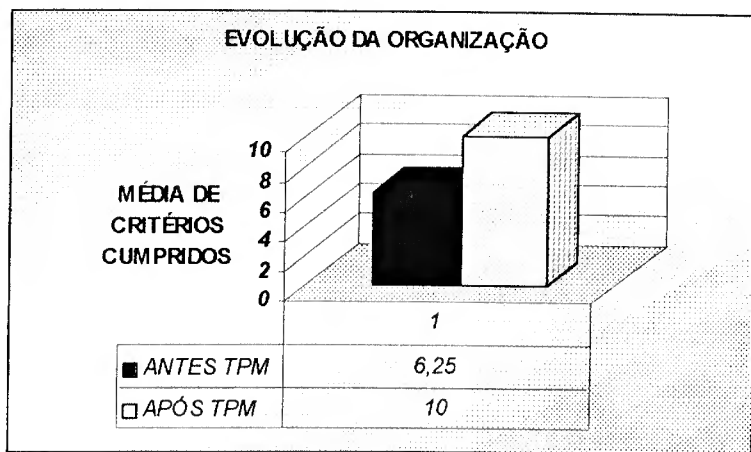
manutenção; orçamento de manutenção e plano de investimentos para o sector.

A cada um dos critérios foi atribuído o valor 1, e calculada a média dos critérios cumpridos, no conjunto das quatro empresas, antes e depois do TPM.

Os valores obtidos estão indicados na figura 22, onde se pode observar uma evolução bastante positiva na estrutura organizativa das empresas estudadas.

Figura 22 - Organização da função manutenção

RUBRICA	ANTES DO TPM		APÓS O TPM	
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Organização	6,25	1,258	10	1,155



A média dos critérios cumpridos, que antes da aplicação do TPM apresentava um valor de 6,25 , passou para 10 , após a sua implementação. Embora se note uma ligeira descida no desvio padrão, verifica-se ainda, a existência de alguma diferença no cumprimento dos critérios entre as diversas empresas.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

Neste capítulo vamos fazer uma breve síntese dos principais resultados obtidos, apresentando na sequência dos mesmos algumas ideias e sugestões para futura investigação.

Todas as empresas que colaboraram, respondendo ao questionário, assumem que o motivo que as levou à adopção do TPM, foi o reconhecimento que a sua aplicação, pode conduzir a um aumento da eficiência da manutenção dos equipamentos produtivos, que por sua vez levará a um aumento de produtividade através da melhoria do rendimento operacional global.

Segundo a maioria dos especialistas na área de manutenção, os benefícios económicos da aplicação do TPM só começam a notar-se a partir do 2º ano após a sua implementação. Esta demora na obtenção de resultados económicos, resulta da necessidade de investimentos que são vitais para o sucesso do processo . Estes investimentos destinam-se a melhorar os meios técnicos ao serviço da manutenção, bem como à formação do pessoal envolvido no processo.

Estas acções são normalmente conduzidas por consultores externos à empresa, que dinamizam o processo, e em conjunto com os gestores, vão medindo os resultados e estabelecendo objectivos.

Embora o retorno do investimento se comece a verificar apenas a médio prazo, os resultados práticos começam a ser notados quase no imediato.

Dos resultados obtidos nas quatro empresas estudadas, pode concluir-se a existência de uma evolução positiva quer na produção, quer no desempenho do sector de manutenção.

No que se refere à fiabilidade do processo produtivo verifica-se que a média global das perdas de produção passou de 19,425 % antes do TPM para uma média de 12,25 % após a sua implementação. Esta evolução ilustra de forma significativa as potencialidades do TPM para reduzir drasticamente as perdas de produção, originadas por diversos factores ao longo do processo produtivo.

Face aos valores obtidos no estudo, verifica-se que a aplicação do TPM leva a um decréscimo dos tempos gastos em manutenção curativa, à medida que se vão incrementando as acções de manutenção preventiva e condicionada. Esta redução do nível de avarias poderá atribuir-se a um maior envolvimento dos operadores de produção na actividade de manutenção. A sua acção é determinante para o funcionamento dos equipamentos, dado que o conhecimento que tem destes, permite-lhes, após formação, e motivados para isso, prever possíveis avarias devido a alterações de funcionamento, avisando atempadamente o sector de manutenção, que intervirá antes que se verifique a paragem por avaria.

Da análise às respostas sobre o nível de empenhamento do pessoal de produção e de manutenção na resolução de problemas da sua actividade diária, bem como do grau de envolvimento dos operadores de produção na actividade de manutenção,

verifica-se que ao longo da implementação do processo se vai dando uma integração crescente, que numa primeira fase não vai além da execução de operações de limpeza e mudanças de fabrico, passando gradualmente para uma situação de execução da quase totalidade das tarefas.

No que se refere à participação dos empregados, embora já houvesse um bom nível de participação antes do TPM, devido a acções de sensibilização realizadas anteriormente, com vista à certificação das empresas, ainda assim, verifica-se uma melhoria relativamente à situação anterior.

A evolução negativa da taxa de absentismo, segundo os inquiridos, é mais influenciada por factores externos à empresa, nomeadamente, devido à situação geográfica das empresas estudadas, zonas rurais, ou periferia de cidades de província, onde grande parte dos empregados possui uma segunda actividade, normalmente ligada à agricultura.

Um dos factores mais importantes no sector de manutenção está relacionado com o suporte técnico da sua actividade.

Com base na informação recolhida sobre o nível do suporte técnico ao dispor das empresas que responderam ao inquérito, nota-se uma evolução positiva no que se refere à optimização desse suporte.

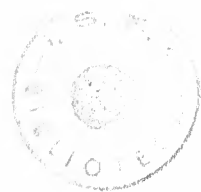
Empresas como a Lactogal e a HUF, que no início do processo TPM não dispunham de registo técnico de intervenções, definição de percursos de inspecção, relatórios de intervenção e outros, logo no final do 1º ano após a implementação do TPM, já possuíam todo o suporte técnico que permitia efectuar o controlo total da actividade técnica e administrativa da manutenção. Em termos globais, passa-se de

uma situação em que em média, o grupo de empresas analisadas, cumpre apenas alguns dos onze critérios definidos para uma boa organização da manutenção, para uma situação em que a média representa a quase totalidade desses mesmos critérios.

Em face da reduzida dimensão da amostra em estudo e dos escassos dados obtidos, não é possível tirar conclusões absolutas sobre a eficácia da aplicação do TPM em empresas transformadoras portuguesas, quer no que diz respeito ao desempenho financeiro, quer na melhoria das condições sociais dos seus trabalhadores, no entanto, podemos constatar a existência real de uma melhoria do nível de produtividade das empresas estudadas, bem como de uma evolução positiva, no desempenho dos sectores de manutenção, e um aumento do envolvimento dos trabalhadores no processo produtivo.

Futuramente, e dado que existem, neste momento, várias empresas a encetar o processo TPM, nomeadamente no sector automóvel, um estudo que possa dispor de uma amostra mais alargada, será certamente mais conclusivo quanto aos benefícios da aplicação do TPM.

BIBLIOGRAFIA



AFNOR -" Association Francese de Normalization", Vocabulaire de Maintenance et de Gestion des Biens Durables, NF X 60-010 Juin 1984

AFORP-AFORTEC -"Vers Une Nouvelle Maintenance Industrielle" etudé realizer par l'observatoire des evolutions technologiques, Paris 1988 p.p. 5 a 7.

AMES, C. e HLAVACEK, J., "Vital Truths About Managing Your Costs" Harvard Business Review, Janeiro - Fevereiro 1990, p.p. 140 e 147

APMI - Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, Estatutos, publicados no "Diário da República" nº 20, III Série de 4 de Fevereiro de 1981.

BARATA, M. - "Inovação Nos Serviços: Sistemas E Tecnologias De Informação E Competitividade No Sector Bancário Em Portugal" Tese de Doutoramento (ISEG/UTL) 199, pp 200 e 201

BARBIER, C., "Implementing TPM in French Steel Industry" TPM World Congress, Tokyo 1991, paper communications pp A2-4-1 a A2-4-13

BÉRANGER, F. "As Novas Regras Da Produção", lidel, Edições Técnicas, 1989

CARVALHO, L., "Redução De Custos E Administração Da Manutenção"

Revista Manutenção, Janeiro 1997, p.p. 16 a 20

CARVALHO, L., "Maintenance in a Competitive Scenário"
Euromaintenance 92, Lisboa, paper communication

CHEVALIER, M., "El Control Centralizado Desde La Perspectiva Del Usuário Y El Mantenedor"

Revista Mantenimiento, Março de 1996, pp 47 a 50

DALE, B., "Managing Quality";

Prentice Hall 1994

DAM, P.S., "Experience with TPM at Danfoss"

Euromaintenance Communications, Copehagen 1996, pp 133 a 146

DARNÉS, P.R., "Participacion de Mantenimiento en la Competitividade Industrial"

Revista Mantenimiento, Janeiro - Fevereiro 1996

DEMING, W., "Out of the Crisis"; Massachusetts Institute of Techonology, Center for Advanced Engineering Study, 1986

DOWSON, A., "Managing The Utility Phisical Asset Base",
Revista Maintenance Vol. Nº 2, 1996, pp 22 a 25

DOUWENS, C., "Relatório Sobre Resultados Do Inquérito À Manutenção";

Congresso Nacional de Manutenção Industrial, 1987, Sessão de Abertura.

FARIA, J.M., "Mudança Organizacional e Novas Tecnologias";

Tese de Mestrado em Sistemas Sócio Organizacionais da Actividade Económica" ISEG 1995

FILE, W.T., "Cost Effective Maintenance".

Design and implementation. Butterworth - Heinemann Ltd. 1991

FITCH, E.C., "Proactive Maintenance for Mecanical Systems";

Elsivier Science Publishers Lda., England 1992

FRANCO, V., "A Informatização Da Manutenção";

Revista Manutenção, nº 37, Março de 1993, pp 11 e 12

GANHÃO, F., "Gestão da Qualidade"; Colecção "O Gestor - Área de Produção", Edição IAPMEI 1994.

GUIAS DO ENSINO SUPERIOR, "Candidatura ao Ensino Superior

Publico", Ministério da Educação, Departamento do Ensino Superior, 1995

GUIMARÃES, R., "A Política Industrial e Processo de Industrialização em Portugal";

4 Décadas no Pós Guerra. Texto de apoio utilizado nas aulas de Política Industrial e Competitividade do Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial ISEG, 1993, pp 1 a 40.

HARTMAN, E., "Sucessfully Installing TPM";

TPM Press, Inc., Pittsburg, Pensilvania, 1992

KELY, A., "Maintenance and its Mangement";

Conference Communication, Ashford Press Lda., Southampton, 1989, pp 28 e 29.

KOVACS, I., "Novas Tecnologias", Organização e Competitividade, Lisboa 1992

LEITE, A.M., "Compreender o Impacto da Manutenção na Organização Global", revista Manutenção, Abril 1996, pp 5 a 12

MADU, C.; KUEI, C.; LIN, C., - "The comparactive Analysis of Quality Prattice in Manufacturing Firms in the US and Taiwan". Decision Sciences Vol. 26, nº 4, Set. / Out. / 1995, p. 621 - 635

MARTIN, H., "New Developements in Maintenance", Design of the Internal Maintenance Function Through Functional Analysis, paper presented at IFRIM'94 Work Shop at Eindhoven University of Technology, Eindhoven. Martin C.S. (Eds) 1995, pp 19 a 22

MONTEIL, B., "Cercles de Qualité et de Progrés", Paris, Les éditions d'organization, 1983

MOREIRA, J.I., "Gestão Orçamental da Manutenção"
Revista Manutenção, Abril de 1996, pp 14 a 18

MONCHY, F., "A Função Manutenção" Série tecnologias. Edição Brasileira, Edit. EBRAS / DURBAN, 1989

NAGAO, S.K., Sales, N.P., "Evolução das Estruturas da Manutenção - Uma Análise Crítica", Livro de Comunicações do 11º Congresso Brasileiro de Manutenção 1996, pp 225 a 228

NAKAGIMA, S., "TPM Development Program", Implementing Total Produtive Maintenance, Productivity Press 1989

NAKAGIMA, S., "La Maintenance Produtive Total", Mise en Ouvre, tradução francesa, AFNOR 1989

- OLESEN, T.B., Vedel, M., "Implementing modern maintenance philosophies in correction with computerizing asset management and maintenance systems" Euromaintenance 1996, paper communication, pp 292, 300
- PARTEX, " Curso de Organização e Gestão da Manutenção", 1989
- PINTO, V.M., "Gestão da Manutenção", Coleção o Gestor IAPMEI, Julho 1994
- PINTO, V.M., "Estratégias e Políticas de Manutenção", A estratégia da empresa e a manutenção, Revista Manutenção, Setembro e Dezembro de 1991 pp 31 a 33
- PINTELON, L.M., Van Wassenhove, L.N., "A maintenance management tool", Omega Int. J. of Mgmt Sci., Vol. 18 nº 1, pp 59-70, 1990
- PONCE, R., "Implementation of TPM in Brazil & Third World" Euromaintenance 92, Lisboa 1992, Paper Book Subject 09, pp 1 a 7
- PORTER, M., "Vantagem Competitiva" 1985, Editora Campos 1989
- ROBBINS, S., "Organizational Behavior", Prentice Hall, 1996
- RODRIGUES, M.J., "Competitividade e Recursos Humanos", Publicações D. Quixote, Lisboa 1994.

ROQUE, A., "A Engenharia de Manutenção", Técnicas de Diagnóstico e Controlo de Avarias, Revista Engenho, Novembro 1993, pp 193 a 196

RUEDA, A., "A Análise Da Aplicação À Manutenção Das Normas Para A Certificação De Qualidade", Revista Mantenimiento, Abril de 1996, pp 53 a 62

RUIZ B.R., "El problema del Mantenimiento Industrial - Organización del Mantenimiento", Revista Mantenimiento, Janeiro - Fevereiro de 1996, pp 45 a 48.

SACRISTAN, F.R., "Gestão Industrial, Manutenção Mecânica e Eléctrica na Indústria e nas Oficinas" Colecção Gestão. Edições CETOP. Versão Portuguesa traduzida por António Câmara 1992, pp 13 e 14,

SENKER, J. e P. SENKER, "Gaining Competitive Advantage from Information Technology", Journal of General Management, Vol. 17, nº 3, Spring 1992, pp 31 a 45

STEINKO, A.F., "El futuro del mantenimiento industrial: dimensions, estratégias e cambios organizativos", Revista Mantenimiento, Novembro 1996, pp 7 a 8

TIMMERMAN, J.M.D., "New Development in Maintenance" paper presented at IFRIM'94 Work Shop at Eindhoven University of Technology. Eindhoven Martin C.S. (Eds) 1995 pp 195, 208

TRESSERRA, A., "Acciones que han mejorado nuestro mantenimiento", Revista Mantenimiento, Janeiro - Fevereiro 1996, pp 5 a 29.

UPTON, D., "What Really Makes Factories Flexible ?", Harvard Business Review, Julho - Agosto 1995 - pp 74 - 84

VAN RIJN, C.F.H., e Sholten, P., "Integral management of production assets", Revista Maintenance Vol. 11, n° 3, 1996, pp 3 a 13

WOODHOUSE, J., "Managing Industrial Risk", Edited by Chapman & Hall, London, 1993, pp 85 a 105

WALKER, G., "Developping a Maintenance Strategy which Supports the business goals" 18 th National Maintenance Management Show, 21 a 23 February, 1995. Paper n° 4 - pp 141 a 150

WILLMOT, P., "Total Productive Maintenance", The Western Way, Butterworth Heinemann, 1994

WILLMOT, P., "TPM The Reality" 18 th National Maintenance Management Show, Birmingham 1995, Session 8, paper 1.

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO

A1 – Denominação da empresa

Nome -

Enderço -

Localidade - Concelho - Distrito -

Sector de Actividade -

A2 – Estatuto

(Assinale com uma cruz o rectângulo correspondente à sua resposta)

Empresa pública - ☐

Empresa nacionalizada - ☐

Empresa de capital misto - ☐

Empresa privada - ☐

Empresa de capital estrangeiro - ☐

A3 – Dimensão da Empresa

Menos de 50 empregados - ☐

De 51 a 100 empregados - ☐

De 101 a 250 empregados - ☐

De 251 a 500 empregados - ☐

De 501 a 1000 empregados - ☐

Mais de 1000 empregados - ☐

B - INFORMAÇÃO SOBRE O PROCESSO TPM

(Nas respostas não descritivas assinale com uma cruz o rectângulo correspondente à sua resposta)

Data de início de implementação do TPM

Como surgiu a ideia de implementação do TPM?

Dentro da empresa - ☐

Sugerida por consultor externo - ☐

Outra ☐

Especificar

Qual o motivo que levou à implementação do TPM ?

.....

C - INFORMAÇÃO SOBRE A CAPACIDADE PRODUTIVA

C1 - Indique qual a capacidade anual de produção da fábrica

C2 - Assinale com uma cruz qual a unidade de medida da produção:

Toneladas

Horas

Unidades

Outra

Caso tenha assinalado Outra, especifique

PERDAS DE PRODUÇÃO	Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM
Mudanças de fabrico e ajustamentos	%	%	%	%
Avarias	%	%	%	%
Manutenção preventiva	%	%	%	%
Falta de operador	%	%	%	%
Bloqueio na linha	%	%	%	%
Falta de matéria prima	%	%	%	%
Desgaste do equipamento	%	%	%	%
Produção defeituosa	%	%	%	%
Reprocessamento de produção defeituosa	%	%	%	%

D - INFORMAÇÃO SOBRE A EVOLUÇÃO DOS TEMPOS GASTOS EM MANUTENÇÃO

No quadro seguinte, indique qual a quantidade de horas homem gastas anualmente em cada um dos tipos de actividade indicado:

TIPO DE ACTIVIDADE	Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM
Manutenção preventiva				
Manutenção condicionada				
Manutenção curativa				

E - INFORMAÇÃO SOBRE O EMPENHAMENTO DO PESSOAL DA PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO

E1 - Taxa de absentismo

Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM
%	%	%	%

E2 - Número de acidentes de trabalho

Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM

E3 - Nível de participação do pessoal da produção e da manutenção na resolução de problemas da sua actividade diária
(Assinale com uma cruz o rectângulo correspondente à sua resposta)

	Elevado	Fraco	Nulo
Antes do TPM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Após o TPM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

E4 - Qual o grau de polivalência do pessoal da produção e manutenção
(Assinale com uma cruz o rectângulo correspondente à sua resposta)

	Elevado	Fraco	Nulo
Antes do TPM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Após o TPM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F - RESULTADOS GLOBAIS DA EMPRESA

F1 - Valor anual das vendas (contos)

Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM
_____	_____	_____	_____

F2 - Custos anuais de manutenção (contos)

Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM
_____	_____	_____	_____

F3 - Resultados líquidos do exercício (contos)

Antes TPM	1º Ano Após TPM	2º Ano Após TPM	3º Ano Após TPM
_____	_____	_____	_____

G - INFORMAÇÃO DE CARACTER GERAL SOBRE O PROCESSO TPM

G1 - Assinale com uma cruz no rectângulo correspondente ,quais as operações de manutenção efectuadas pelos operadores da produção.

Tarefas	Antes do TPM	1º Ano	2º Ano	3º Ano	Obs.
Limpeza dos equipamentos					
Ajustes					
Lubrificações					
Mudanças de fabrico					
Manutenção preventiva					
Pequenas reparações					

G2 - Pessoal afecto à manutenção
(Coloque as quantidades no rectângulo respectivo e assinale com uma cruz o nível de formação)

Especialidades	Quantidade		Nível de formação			
	Antes TPM	Após TPM	Superior	Médio	Secun.	Básico
Quadros superiores						
Quadros intermédios						
Staff tecnico*						
Tecnicos de electrónica e inst.						
Tec. de electricidade						
Mecânico						
Serralheiros						
Outros (especificar)						

G3 - Suporte tecnico da manutenção
(Assinale com uma cruz o rectangulo correspondente a cada uma das suas respostas)

Existencia de organização de suporte da actividade De manutenção	Antes do TPM		Após o TPM	
	Sim	Não	Sim	Não
Documentação técnica dos equipamentos				
Registo histórico de intervenções				
Relatórios de intervenção				
Definição de acções de manutenção preventiva				
Fichas de trabalho				
Definição de percursos de inspecção				
Controlo de qualidade da actividade de manutenção				
Estrutura de manutenção definida				
Controlo de custos de manutenção				
Orçamento de manutenção				
Plano de investimentos para o sector de manutenção				

ANEXO 2

RESULTADOS DO INQUÉRITO

STAT. BASIC STATS	Descriptive Statistics (new.sta)				
Variable	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
M. FABRICO ANTES TPM	4	8,00000	4,00000	13,00000	3,74166
M. FABRICO APÓS TPM	4	3,45000	2,80000	5,00000	1,03763
AVARIAS ANTES TPM	4	3,25000	2,10000	4,00000	,83467
AVARIAS APÓS TPM	4	1,85000	,80000	2,80000	,82260
MAN. PREV. ANTES TPM	4	1,35000	0,00000	2,00000	,94340
MAN.PREV. APÓS TPM	4	2,30000	,20000	4,00000	1,62070
F. MAT. PRI. ANT.TPM	4	3,85000	1,80000	6,40000	1,92787*
F. MAT.PRI. APÓS TPM	4	2,95000	,60000	5,60000	2,27083
PROD. DEF. ANTES TPM	4	1,47500	,70000	2,70000	,93229
PROD. DEF. APÓS TPM	4	,95000	,30000	1,80000	,62450
REP.P.DEF.ANTES TPM	4	1,50000	0,00000	2,80000	1,32162
REP. P. DEF.APÓS TPM	4	,75000	0,00000	1,50000	,71414
MAN. PREV. ANTES TPM	4	28,00000	10,00000	60,00000	21,96968
MAN. PREV. APÓS TPM	4	45,50000	20,00000	87,00000	28,94247
MAN. COND. ANTES TPM	4	5,00000	0,00000	20,00000	10,00000
MAN. COND.APÓS TPM	4	14,50000	3,00000	30,00000	12,81926
MAN.CURAT. ANTES TPM	4	67,00000	40,00000	90,00000	21,81742
MAN. CURAT. APÓS TPM	4	40,00000	10,00000	75,00000	26,77063
ABSENT. ANTES TPM	4	3,29250	2,00000	4,50000	1,05778
ABSENT. APÓS TPM	4	3,60250	3,00000	4,91000	,90297
PARTICIP. ANTES TPM	4	2,25000	2,00000	3,00000	,50000
PARTICIP. APÓS TPM	4	3,00000	3,00000	3,00000	0,00000
POLIVAL. ANTES TPM	4	,75000	0,00000	2,00000	,95743
POLIVAL. APÓS TPM	4	5,50000	5,00000	6,00000	,57735
ORGANIZ. ANTES TPM	4	6,25000	5,00000	8,00000	1,25831
ORGANIZ. APÓS TPM	4	10,00000	9,00000	11,00000	1,15470